EB70-CI-11.418



MINISTÉRIO DA DEFESA

EXÉRCITO BRASILEIRO

COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES

CADERNO DE INSTRUÇÃO DE ATIVIDADES ESPECIAIS DE MERGULHO

(EXEMPLAR-MESTRE)

Edição Experimental

2018

EB70-CI-11.418



MINISTÉRIO DA DEFESA

EXÉRCITO BRASILEIRO

COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES

CADERNO DE INSTRUÇÃO DE ATIVIDADES ESPECIAIS DE MERGULHO

Edição Experimental

2018

PORTARIA Nº 114-COTER, DE 11 DE OUTUBRO DE 2018.

EB: 64322.018256/2018-51

Aprova o Caderno de Instrução de Atvidades Especiais de Mergulho (EB70-CI-11.418), Edição Experimental, 2018 e dá outra providência.

O **COMANDANTE DE OPERAÇÕES TERRESTRES**, no uso da atribuição que lhe confere o inciso II e X do art. 11 do Regulamento do Comando de Operações Terrestres (EB10-R-06.001), aprovado pela Portaria do Comandante do Exército nº 242, de 28 de fevereiro de 2018, e de acordo com o que estabelece os art. 5º, 12 e 44 das Instruções Gerais para as Publicações Padronizadas do Exército (EB10-IG-01.002), aprovadas pela Portaria do Comandante do Exército nº 770, de 7 de dezembro de 2011 e alteradas pela Portaria do Comandante do Exército nº 1.266, de 11 de dezembro de 2013, resolve:

Art. 1º Aprovar o Caderno de Instrução de Atividades Especiais de Mergulho (EB70-CI-11.418), Edição Experimental, 2018, que com esta baixa.

Art. 2º Determinar que esta Portaria entre em vigor na data de sua publicação.

Gen Ex JOSÉ LUIZ DIAS FREITAS
Comandante de Operações Terrestres

Publicada no Boletim do Exército nº 45, de 9 de novembro de 2018

FOLHA REGISTRO DE MODIFICAÇÕES (FRM)

NÚMERO DE ORDEM	ATO DE APROVAÇÃO	PÁGINAS AFETADAS	DATA

ÍNDICE DOS ASSUNTOS

CAPÍTULO IX - PROCEDIMENTOS NA ÁGUA

CAPÍTULO X - COMUNICAÇÃO NO MERGULHO

CAPÍTULO XI - PLANO DE EXERCÍCIOS DE MERGULHO E PLANO DE PROVAS DE MERGULHO

CAPÍTULO XII - SEGURANÇA NO MERGULHO

CAPÍTULO I
GENERALIDADES

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1.1 Desde os primórdios, atuar no meio aquático constituiu-se uma necessidade imposta às tropas para o êxito nas operações militares. Indubitavelmente, a água é um ambiente hostil ao ser humano, fazendo com que este seja submetido às diversas situações que alteram suas percepções habituais e provocam desgaste orgânico elevado.

1.1.2 As atividades subaquáticas são desenvolvidas normalmente com o emprego de mergulhadores. Estes especialistas deverão possuir perfeito conhecimento técnico, elevada resistência física e mental para suportar as exigências impostas pelo meio aquático e total habilidade para utilizar os materiais específicos nas Operações de Mergulho.

1.1.3 Todos os trabalhos que necessitem ser realizados dentro da água podem contar com o emprego do mergulhador. A necessidade do comandante irá ditar a possibilidade de emprego. Como exemplo dentro da função de combate de Movimento e Manobra, é possível citar: reconhecimentos de Engenharia; abertura de trilhas subaquáticas nas margens de rios; remoção de obstáculos subaquáticos; demolições subaquáticas; remoção de demolições preparadas; pequenos reparos em estruturas submersas; corte e solda subaquáticos; desativação de artefatos explosivos; e atuação em operações de infiltração, exfiltração, retraimento e retirada em meio aquático, realizadas por tropas de Operações Especiais ou com características especiais.

1.1.4 O Mergulho também poderá ser empregado na Função de Combate Proteção. Podem ser citadas diversas possibilidades de trabalho, porém as que mais se destacam na Proteção são: construções de obstáculos costeiros de proteção de baixa magnitude, minados ou não; demolições subaquáticas visando romper infraestruturas de pontes e portos; agravamento de curso d’água, visando impedir sua transposição; destruição das bases de rampas de acesso a cursos d’água; lançamento de artefatos explosivos; lançamento de obstáculos subaquáticos pré-fabricados; atuação em postos de bloqueio e controle fluvial, sabotagens; inundações, etc.

1.1.5 Os mergulhadores também podem ser empregados na Função de Combate Logística: em reconhecimentos de Engenharia; na inspeção e manutenção de embarcações; em reparos de instalações logísticas; em obras de infraestrutura, especialmente de canais e portos; em atividades de salvamento de material e pessoal em proveito do próprio Exército Brasileiro (EB), em apoio à Força Aérea ou à Marinha do Brasil; em Operações de Ajuda Humanitária; e em outras mis-

sões logísticas no meio aquático.

1.2 FINALIDADE DO CADERNO DE INSTRUÇÃO

- Este Caderno de Instrução tem a finalidade de servir de fundamento teórico e técnico para o ensino e exercício da Atividade Especial de Mergulho (AEM), no âmbito do EB, enfatizando as técnicas de mergulho, a constituição das equipes de mergulhadores, os materiais necessários, o Plano de Exercícios de Mergulho (PEM), o Plano de Provas de Mergulho (PPM) e as medidas seguras para a realização de Operações de Mergulho.

1.3 DEFINIÇÕES BÁSICAS

1.3.1 Águas Interiores são massas de água compreendidas por baías, canais, rios, lagoas e represas, bem como toda faixa marítima abrigada por proteção natural ou artificial.

1.3.2 Atividade Especial de Mergulho (AEM) é aquela desempenhada por militares da ativa do EB, habilitados para o cumprimento de missão militar de mergulho, podendo ser acompanhados por militares de outras forças armadas, policiais/bombeiros militares ou civis tecnicamente e legalmente habilitados para a mesma atividade.

1.3.3 Auxiliar de Superfície é o membro da equipe de mergulho incumbido dos trabalhos de apoio na superfície.

1.3.4 Câmara Hiperbárica ou de recompressão/descompressão é um vaso de pressão especialmente projetado para a ocupação humana, no qual os ocupantes podem ser submetidos às condições hiperbáricas.

1.3.5 Condição Hiperbárica é qualquer condição em que a pressão ambiente seja maior que a atmosférica, tanto na água como fora dela.

1.3.6 Descompressão é o procedimento através do qual um mergulhador elimina do seu organismo o excesso de gases inertes absorvidos durante determinadas condições hiperbáricas, sendo tal procedimento absolutamente necessário, no seu retorno à pressão atmosférica, para a preservação da sua integridade física.

1.3.7 Equipe de Mergulho é um conjunto de pessoas que participam de uma operação de mergulho, devendo dela fazerem parte o(s) mergulhador(es), o supervisor e todo o pessoal necessário a conduzir a operação com segurança.

1.3.8 Exercícios de Mergulho são atividades a serem realizadas por cada mergulhador, de acordo com os índices estabelecidos em plano específico, cujo objetivo é manter a aptidão ou readaptá-lo para o desempenho da AEM.

1.3.9 Linha de Vida é um cabo, manobrado do local de onde é conduzido o

mergulho, que, conectado ao mergulhador, permite recuperá-lo e içá-lo da água, com seu equipamento.

1.3.10 Mergulho Autônomo é a modalidade em que o suprimento de mistura respiratória é levado pelo próprio mergulhador e utilizado como sua única fonte respiratória.

1.3.11 Mergulho Autônomo de Circuito Aberto é todo aquele em que o gás necessário é levado pelo mergulhador em ampolas de alta pressão, sendo exalado após cada respiração, diretamente para o meio ambiente.

1.3.12 Mergulho Autônomo de Circuito Fechado é aquele em que o gás expelido pela respiração do mergulhador não é lançado no meio aquático, permanecendo dentro do aparelho de mergulho.

1.3.13 Mergulho Dependente é a modalidade em que o suprimento de mistura respiratória é fornecido diretamente da superfície por meio de mangueiras, tendo como fonte o uso de compressores ou cilindros de armazenamento de alta pressão instalados na superfície.

1.3.14 Mergulho Sucessivo é a modalidade de mergulho que ocorre quando, após o término de uma imersão simples, o mergulhador retorna a mergulhar num período superior a 10 minutos e inferior a 12 horas.

1.3.15 Missão Militar de Mergulho é todo e qualquer mergulho realizado em atividades militares.

1.3.16 Mistura Respiratória é aquela composta por oxigênio e outros gases, apropriada à respiração durante os trabalhos submersos, podendo ser natural ou artificial.

1.3.17 Operação de Mergulho é a atividade que envolve trabalhos submersos com emprego de mergulhadores e que se estende desde os procedimentos iniciais de preparação até o final do período de observação do mergulhador.

1.3.18 Organização Militar Específica de Mergulho (OMEM) é a organização militar que dispõe de pessoal e materiais especializados para a realização da AEM.

1.3.19 Período de Observação do Mergulhador é aquele que se inicia no momento em que o mergulhador deixa de estar submetido à condição hiperbárica e estende-se enquanto o mergulhador permanecer com residual de gases inertes em seu organismo. Estende-se até 12 horas para mergulhos a ar comprimido e até 24 horas para mergulhos com mistura respiratória artificial.

1.3.20 Provas de Mergulho são as atividades a serem realizadas por cada mergulhador, com o objetivo de manter sua aptidão para o exercício da AEM e para o cumprimento de missões militares, por um período determinado.

1.3.21 Pressão Ambiente é a pressão do meio que envolve o mergulhador, seja

dentro ou fora da água.

1.3.22 Supervisor de Mergulho é o mergulhador, qualificado e legalmente habilitado, designado pela autoridade competente para supervisionar a operação de mergulho.

1.3.23 Readaptação é o conjunto de atividades físicas e técnicas a serem realizadas pelo mergulhador, após determinado período sem exercer a AEM.

1.3.24 Trabalho Submerso é qualquer trabalho realizado ou conduzido por um mergulhador ou equipe de mergulho, munido(s) de equipamento especial, em meio líquido.

1.3.25 Umbilical é o conjunto de linha de vida, mangueira de suprimento respiratório e outros componentes que se façam necessários à execução segura do mergulho, de acordo com a sua complexidade.

1.3.26 Mergulhador Reserva é mergulhador que permanecerá na superfície, preparado para mergulhar em caso de emergência com os mergulhadores submersos.

1.3.27 Auxiliar de Superfície ou Guia do Mergulhador Autônomo é o militar incumbido dos trabalhos de apoio na superfície; conduz a poita através do cabo guia sobre a embarcação ou plataforma de mergulho.

1.3.28 Cabo de Ligação é o cabo de fibra com um comprimento de 2,5 m que liga 2 mergulhadores autônomos entre si.

1.3.29 Linha-limite é o linha convencionada para cada valor de profundidade de uma tabela de descompressão, que separa os tempos de duração do mergulho, abaixo da qual a probabilidade de ocorrência de doença de descompressão aumenta.

1.3.30 Livro de Registro de Mergulho (LRM) é o documento que registra as operações de mergulho realizadas.

1.3.31 Ocorrência de Mergulho é toda ocorrência que envolve trabalhos submersos e que se estende desde os procedimentos iniciais de preparação até o final do período de observação.

1.3.32 Plataforma de Mergulho é um navio, embarcação, balsa, estrutura fixa ou flutuante, estaleiro, cais ou local a partir do qual se realiza o mergulho.

1.3.33 Regras de Segurança são os procedimentos básicos que devem ser observados nas operações de mergulho, de forma a garantir a execução em perfeita segurança e a integridade física dos mergulhadores autônomos.

1.3.34 Acidente de Mergulho é todo acidente causado ao mergulhador.

1.3.35 Cabo-guia é um cabo fixo, não ligado ao mergulhador, lançado entre um ponto do itinerário do mergulho e o objetivo, de modo a balizar um caminho se-

guro a ser seguido pela equipe de mergulhadores.

1.4 EMPREGO DOS MERGULHADORES PELAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DO EXÉRCITO

1.4.1 Os mergulhadores do EB deverão, preferencialmente, realizar a AEM em águas interiores, deixando operações de mergulho em mar aberto para as equipes da Marinha do Brasil.

1.4.2 Quando não empregada em missões militares, a AEM seguirá o previsto neste caderno de Instrução, de acordo com os planos de provas e exercícios das OMEM.

1.4.3 Os mergulhadores do EB utilizam as modalidades de Mergulho Autônomo e/ou Mergulho Dependente, de acordo com o seu grau de especialização e as necessidades impostas pelas missões.

1.4.4 Quando for utilizada a modalidade de Mergulho Autônomo com ar atmosférico comprimido em operações de mergulho, a profundidade máxima atingida não deverá ultrapassar os 20 metros e a velocidade da correnteza do curso d'água terá de ser inferior a 0,5 m/s. Para realizar a AEM em desacordo com o supracitado, em situações extraordinárias, o Comandante (Cmt) da Organização Militar (OM) do mergulhador deverá estar ciente e autorizar a realização da AEM em caráter excepcional. Mesmo assim, em nenhuma hipótese essa profundidade deverá exceder 39 metros.

1.4.5 A AEM na modalidade de Mergulho Dependente, com ar atmosférico ou mistura respiratória artificial, não deverá exceder a profundidade máxima de 50 metros, por medida de segurança. Este limite cai para 30 metros quando a velocidade da correnteza for maior que 1,0 m/s, ou esteja prevista manobra de peso, ou uso de ferramentas que impossibilitem o controle da flutuabilidade do mergulhador. Para realizar a AEM em desacordo com o supracitado, em situações de emergência, o Comandante da OM do mergulhador, como também o Comandante do Escalão Superior, deverão estar cientes e autorizar a realização da AEM em caráter excepcional.

1.4.6 Para mergulhos com oxigênio, o limite de profundidade, com equipamento de circuito fechado, é de 7 metros, salvo raras exceções, quando deverão ser utilizadas as tabelas de tempo limite de exposição para mergulhos com profundidades singelas maiores que 7 metros. No entanto, as técnicas de emprego do mergulho de circuito fechado não são abordadas neste caderno.

1.4.7 A profundidade nos mergulhos poderá ser comprovada por dois procedimentos: um de superfície, por meio da utilização de sondas manuais e eletrônicas e outro realizada pelo próprio mergulhador (profundímetro, computador de mergulho). Os dados que possam ser obtidos de mapas e cartas ou outros suportes topográficos serão tomados somente como referência.

1.4.8 Considera-se proibitiva toda imersão com velocidade de corrente que exceda 0,5 m/s ou 1,0 nó, para mergulhadores com equipamento autônomo; e 0,75 m/s para mergulhadores autônomos providos de algum dispositivo de ligação com a superfície.

1.4.9 Deve-se levar bastante em conta a temperatura da água para o mergulho, já que as baixas temperaturas, associadas a tempos de fundo prolongados, têm uma grande influência no cálculo das imersões. Há também o perigo das afecções nos ouvidos, hipotermias, acidentes por mudanças bruscas de temperatura e colapsos cardíacos, devido à bradicardia associada. Além disso, a água fria provoca um maior desgaste para o mergulhador. De forma geral, para temperaturas menores que 10º C, deve-se utilizar roupas secas no mergulho.

1.4.10 Para a atuação em águas contaminadas por agentes químicos ou bacteriológicos, é preciso utilizar trajes secos e capacetes de mergulho com mangueiras de retorno do ar exalado ou válvulas especiais que evitem a contaminação do mergulhador por via respiratória. Cabe ressaltar que determinados agentes podem corroer algumas partes do equipamento, o que determinará a necessidade de se realizar um estudo prévio da compatibilidade do agente com o equipamento a ser utilizado.

1.4.11 CONSTITUIÇÃO DAS EQUIPES MÍNIMAS DE MERGULHO

1.4.11.1 O mergulhador mais antigo da equipe desempenhará a função de supervisor de mergulho, desde que tenha exercido a AEM por pelo menos um ano ininterrupto, dentro dos padrões exigidos pelo plano de provas e/ou de exercícios vigente. Caso isto não ocorra, a função de supervisor de mergulho será assumida por aquele que tiver mais experiência na AEM, traduzida pela quantidade de horas de mergulho registradas em documentos oficiais.

1.4.11.2 Com o intuito de manter o adestramento de todos os mergulhadores da OM, o supervisor de mergulho também executará as provas e/ou exercícios de mergulho previstos, trocando de função com o mergulhador mais experiente, caso não seja o próprio supervisor.

1.4.11.3 Na constituição das equipes para as missões de mergulho, convém que haja a presença de uma equipe de apoio, que será composta por elementos peritos na condução de embarcações, em atendimento pré-hospitalar e outras, conforme as especificidades da missão.

1.4.11.4 As equipes de mergulho deverão ser constituídas de acordo com a descrição abaixo:

1.4.11.4.1 A equipe mínima para mergulho autônomo em águas interiores, até 30 metros, sem descompressão, é composta de quatro militares: um supervisor de mergulho, que também fará a função de mergulhador de emergência; dois mergulhadores para a execução do trabalho; e um militar auxiliar de superfície, que poderá ser mergulhador ou não.

1.4.11.4.2 A equipe mínima para mergulho a partir de 30 metros e até 50 metros de profundidade é composta de seis militares, com as seguintes funções: um supervisor de mergulho, que também fará a função de mergulhador de emergência; dois mergulhadores para a execução do trabalho; um operador de câmara hiperbárica; e dois militares auxiliares de superfície, que poderão ser mergulhadores ou não.

1.4.11.4.3 Em mergulhos a profundidades superiores a 30 metros e/ou quando for programada a descompressão, deverá existir uma câmara hiperbárica com dedicação exclusiva e a equipe mínima deverá possuir um operador de câmara.

1.4.11.4.4 Em trabalhos submersos com visibilidade nula, uma dupla de mergulhadores poderá atuar com um mergulhador submerso executando o trabalho e um mergulhador na superfície, dentro da água, em condições de auxiliar o companheiro que se encontra submerso. O supervisor de mergulho estará, preferencialmente, em contato com o mergulhador submerso através de fonia, ou utilizando-se de umbilical.

1.4.11.4.5 Nas condições de visibilidade nula, faz-se necessário que haja uma ligação entre os mergulhadores (cabo de ligação) e uma ligação dos mergulhadores com a superfície (linha de vida).

1.4.11.4.6 Caso não se alcance o efetivo mínimo de mergulhadores na OM para a realização da AEM, poderá haver apoio das outras Forças Armadas e Forças Auxiliares, solicitado por meio do canal competente.

1.4.11.4.7 Excepcionalmente, após a total impossibilidade de constituir uma equipe mínima de mergulho conforme mencionado nesta seção (1.4.11), poderão ser realizadas atividades de readaptação ou adestramento com a quantidade mínima de dois mergulhadores. Nestas atividades, a profundidade e a correnteza não poderão exceder 10 metros e 0,5 m/s, respectivamente. Em tal situação, o Cmt OM designará um oficial para supervisionar os trabalhos.

CAPÍTULO II
EQUIPAMENTOS DE MERGULHO

2.1 MATERIAIS PARA A REALIZAÇÃO DE OPERAÇÕES DE MERGULHO AUTÔNOMO

2.1.1 São materiais obrigatórios para a realização de operações de mergulho, utilizando-se da modalidade de Mergulho Autônomo: Tabela (Tab) 1.

Cilindro de ar: fabricados e testados hidrostaticamente a cada cinco anos, de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – Tabela A da Norma Brasileira (NBR) 12274 ou equivalente de pelo menos 10 litros de volume interno.	
Colete equilibrador de flutuabilidade controlada: ajusta o cilindro, mangueiras e válvulas ao corpo do mergulhador além de permitir o controle da flutuabilidade durante o mergulho.	
Profundímetro e manômetro: apresentam a profundidade atual do mergulhador e a pressão do ar dentro do cilindro.	

Tab 1 - Equipamento obrigatório para o mergulho

Faca de mergulho: útil para a segurança do mergulhador, permitindo que este se liberte em caso de enroscamento.	
Máscara de mergulho: permite que haja um espaço de ar entre os olhos e a água, melhorando a visão e conforto do mergulhador.	
Cinto de lastros com fivela de soltura rápida: aumenta o peso total do equipamento do mergulhador, permitindo que este afunde com mais facilidade.	
Válvulas reguladoras de 1º e 2º estágios: reduzem a pressão do ar do cilindro até uma pressão adequada para a respiração do mergulhador, liberando o ar de acordo com a respiração.	

Tab 1 – Equipamento obrigatório para o mergulho (continuação)

Relógio de mergulho: permite que o mergulhador controle o tempo do mergulho.	
Nadadeiras de mergulho: facilitam o deslocamento do mergulhador dentro da água.	

Tab 1 – Equipamento obrigatório para o mergulho (continuação)

2.1.2 Existem outros materiais úteis para a atividade de mergulho, mas que não são de uso obrigatório: seu emprego pode facilitar a execução da tarefa específica que se realiza em um determinado mergulho ou melhorar o conforto e a segurança do mergulhador (Tab 2).

Máscara tipo *full face*: cobre todo o rosto do mergulhador, permitindo que se instale equipamentos de comunicação e facilitando o conforto na respiração.	

Tab 2 – Acessórios de operações de mergulho

Botas de neoprene: aumentam a segurança facilitando o deslocamento antes do mergulhador calçar a nadadeira. Alguns tipos de nadadeiras são específicos desse material.	
Meias de neoprene: análogo às botas de neoprene, mas são feitas com material mais fino, permitindo seu uso com nadadeiras comuns.	
Luvas de neoprene: para proteção das mãos de contato físico com superfícies cortantes e do frio.	
Capuz de neoprene: para proteção da cabeça de contato físico com superfícies cortantes e do frio.	
Ferramentas: úteis para a atividade específica do mergulho.	

Tab 2 – Acessórios de operações de mergulho (continuação)

Explosivos: para trabalhos de remoção de obstáculos; rupturas de estruturas de madeira metal e concreto.	
Cordas e cabos de aço diversos: para trabalhos de balizamento de área de busca, sinalização de material e resgate de material submerso.	
Sacos elevadores tipo *lifting bag*, para resgate: suportam alta força de empuxo quando inflados.	
Lanternas subaquáticas: iluminação de obstáculos e materiais no fundo.	
Poitas ou âncoras: fixar embarcação no local ou servir de referência para a localização em trabalhos de fundo.	

Tab 2 – Acessórios de operações de mergulho (continuação)

Snorkel: facilita a respiração na superfície sem a necessidade de utilizar a reserva de ar.	
Bandeira de mergulho padrão internacional: sinalização da embarcação que conduz mergulhadores e do local onde se está realizando mergulho, a fim de melhorar a segurança.	
Roupa de neoprene: oferece proteção física e térmica ao mergulhador.	
Bússola de mergulho: permite o deslocamento orientado do mergulhador no fundo.	

Tab 2 - Acessórios de operações de mergulho (continuação)

2.2 MANUTENÇÃO DO MATERIAL DE MERGULHO

2.2.1 A manutenção de 1º Escalão dos Equipamentos de Mergulho Autônomo é de responsabilidade do supervisor de mergulho e deverá ser executada na própria OMEM pelos mergulhadores, logo ao término do mergulho, a fim de evitar

danos maiores ao equipamento, bem como a ocorrência de acidentes por falhas do material. Algumas recomendações básicas são bastante eficazes, principalmente no que tange à manutenção preventiva. Seguem as principais orientações em relação à manutenção do material de mergulho.

2.2.2 Máscara: as novas possuem uma película protetora nas lentes que, se não retirada, fazem com que a máscara embace. É importante lavá-las com detergente neutro, não abrasivo, antes de usar. Após a utilização, deve-se lavar as máscaras com água limpa e deixá-las secando à sombra. Tanto o transporte quanto o armazenamento do material de mergulho deverão ser realizados dentro de recipiente adequado, a fim de evitar deformações. A máscara deverá ser armazenada em local arejado para evitar a formação de fungos, que aparecem sob a forma de pontos pretos, espalhando-se pelo silicone e deixando-a sem condições de uso. Caso isto ocorra, a máscara deverá ser posta de molho em água clorada por 30 minutos e, após isto, deverá ser lavada com sabão ou detergente neutro e água corrente. Em caso de armazenamento por longos períodos, deverá ser borrifado *spray* de silicone.

2.2.3 *Snorkel*: deverá ser lavado com sabão neutro não abrasivo em água corrente. Deverá secar à sombra e nunca ser exposto ao sol, exceto quando estiver sendo utilizado. Nenhum objeto de borracha deverá encostar em suas partes de silicone, pois ele absorverá o pigmento e escurecerá. Deverá ser armazenado em local arejado para evitar a formação de fungos que aparecem sob a forma de pontos pretos, espalhando-se pelo silicone e deixando-o sem condições de uso. Caso isto ocorra, o *snorkel* deverá ser posto de molho em água clorada por 30 minutos e, após isto, deverá ser lavado com sabão ou detergente neutro e água corrente.

2.2.4 Nadadeiras: devem ser guardadas em posição horizontal. Uma nadadeira não deve ser armazenada sobre outras, a fim de evitar deformações. Se a única alternativa for guardá-las empilhadas, deve-se utilizar os protetores que vêm de fábrica, pois eles farão com que as nadadeiras não sofram deformações. As nadadeiras deverão ser lavadas com água corrente e sabão neutro não abrasivo e deverão secar à sombra. O Armazenamento deverá ser em local arejado para evitar a formação de fungos que aparecem sob a forma de pontos pretos, espalhando-se pelo silicone e deixando-as sem condições de uso. Caso isto ocorra, as nadadeiras deverão ser postas de molho em água clorada por 30 minutos e, após isto, deverão ser lavadas com sabão ou detergente neutro e água corrente. Em caso de armazenamento das nadadeiras por longos períodos, deverá ser borrifado *spray* de silicone.

2.2.5 Cinto de lastros: deve ser lavado com água doce corrente, para evitar o ressecamento da fita e a formação de cristais de sal entre ela e os lastros. As pontas do cinto que estiverem desfiando deverão ser cortadas e queimadas. Os lastros devem ficar longe dos demais materiais de mergulho para fins de armazenamento e transporte. O material deverá secar à sombra.

2.2.6 Roupa e acessórios de neoprene: terminados os dias sucessivos de mergulho, a roupa de neoprene deverá ser lavada apenas com água doce corrente. A roupa poderá ser posta de molho na água, desde que esteja sem qualquer produto químico, por no máximo 24 horas, para eliminar o máximo possível de sal. A roupa de neoprene deverá secar à sombra. É importante colocar a roupa para secar em cabides, fazendo com que seque primeiro o lado interno e depois a parte externa. Caso a roupa tenha duas peças, deverão ser penduradas em cabides separados para secar. Após a secagem, o zíper deve ser lubrificado com *spray* de silicone, a fim de evitar que ocorra o seu travamento por causa da formação de zinabre ou cristais de sal. Jamais a roupa deverá ser dobrada para armazenamento, para que não se formem vincos ou rugas no neoprene. Tais vincos ou rugas acabam virando rachaduras com o tempo, reduzindo a vida útil da roupa. O ideal é que ela seja colocada em um cabide e pendurada em local arejado. No caso das roupas de duas peças, para armazenamento, ambas podem ser penduradas no mesmo cabide. As roupas só poderão ser guardadas quando estiverem completamente secas. A manutenção dos acessórios de neoprene deverá ser feita aos moldes da manutenção da roupa de neoprene.

2.2.7 Colete equilibrador (CE): o mergulhador nunca deverá entrar na água com o CE totalmente inflado, pois isto pode danificar as válvulas de exaustão e as soldas. Para encaixar a mangueira de inflagem, que está acoplada ao regulador, no pino do *power* do CE o mergulhador deverá certificar-se de que o registro do cilindro está fechado. Após o mergulho, o colete deverá ser enchido aproximadamente com 20% de água doce, pela saída de ar da traqueia, acionando o botão de desinflar do *power* do colete equilibrador e injetando a água. Após a colocação da água, o mergulhador deverá inflá-lo com a boca e sacudir o colete para que a água doce limpa se misture com a água salgada. Em seguida, deverá ser retirada a água direcionando-a para que saia pela válvula de exaustão do *power*. Por fim, todo o colete deverá ser enxaguado com água doce. Nunca deverá ser utilizado produto químico na lavagem do colete. Os componentes de borracha do colete deverão ser lubrificados com *spray* de silicone. O CE deverá secar à sombra e ser armazenado em cabides específicos para material de mergulho. Deverão ser armazenados semi-inflados.

2.2.8 Válvulas reguladoras: após o uso, a válvula reguladora de 1º estágio deverá ser vedada com a capuchama, também conhecida como “chapéu de bruxa”, a fim de evitar infiltração de água no 1º estágio. Deverá ser lavada com água doce e seca com o ar restante do cilindro. Para secar com o ar do cilindro, o mergulhador deverá encostar a válvula reguladora de 1º estágio à distância de aproximadamente 10 centímetros da saída de ar do cilindro e abri-lo suavemente, com o intuito de evitar que o ar saia com força em demasia e danifique o 1º estágio. Durante a lavagem do 2º estágio do CE, não deverá ser pressionado o botão de purga para evitar a infiltração de água na válvula de demanda de ar. O 1º estágio deverá ser previamente seco à sombra antes de ser guardado e deverá ser armazenado em um local protegido de temperaturas elevadas. O *O’ring*

(anel de borracha) da válvula reguladora de 1º estágio necessita de lubrificação após o mergulho. Esta lubrificação é feita, em média, bimestralmente com *spray* de silicone. Não se deve utilizar óleo comum para esta tarefa uma vez que pode contaminar o ar que será inalado pelo mergulhador. É conveniente que todas as mangueiras a serem conectadas no 1º estágio possuam protetores de Policloreto de Polivinila (PVC) na base, isso evita que elas rachem prematuramente. As bases das mangueiras, que ficam em contato com o 1º estágio, deverão ser lubrificadas com *spray* de silicone para que mantenham sua vida útil.

2.2.9 Console de mergulho: e uma boa prática colocar plástico adesivo transparente, tipo *contact*, nos visores do profundímetro, da bússola e do manômetro. Isso evita riscos no console. Após o uso, deverá ser lavado com água doce e armazenado em lugar seco.

2.2.10 Lanternas de mergulho: deverá ser verificado frequentemente se os anéis de borracha de vedação da lanterna estão lubrificados com *spray* de silicone. Deverão ser evitadas quedas do material. A lanterna deverá ser completamente vedada, apertando-se todas as roscas de vedação, para a utilização em meio aquático. Após a utilização, deverá ser lavada com água doce e deverá secar à sombra. A lanterna deverá ser armazenada sem pilhas.

2.2.11 Cilindro de ar comprimido: deve ser lavado com água doce externamente, seco e guardado à sombra. Os cilindros e as torneiras de ar comprimido possuem condições especiais de manutenção e estocagem. A torneira para abrir a passagem de ar do cilindro deve operar fácil e suavemente. Caso haja dificuldade para operá-la, o cilindro deverá ser enviado para uma assistência técnica especializada. Os cilindros não devem ser guardados vazios, pois isto facilitaria a entrada de umidade no recipiente metálico. Se o cilindro for guardado por um período maior que seis meses, deverá ser recarregado novamente, pois o ar pode ter um gosto metálico.

2.3 FUNCIONAMENTO E PRINCIPAIS PROBLEMAS COM EQUIPAMENTOS

- O conhecimento e familiaridade com os equipamentos de mergulho permitem que o mergulhador não só conheça os problemas, como também entenda as possíveis causas em nível de operação. Para compreender como o equipamento de mergulho autônomo funciona, considera-se um equipamento padrão composto por: cilindro, regulador com manômetro, *Octopus* (válvula reserva), traqueia de baixa pressão e um CE com inflador de baixa pressão, tudo compondo uma única peça.

2.3.1 CILINDROS

2.3.1.1 Um cilindro de mergulho nada mais é do que um cilindro de alumínio ou aço com capacidade de conter gás comprimido entre 150 bar/2.250 psi e 280 bar/4.200 psi. Os cilindros possuem informações que são gravadas tipicamente

ao redor da ogiva e que identificam o tipo de material que são feitos, pressão de trabalho, os usos para os quais são aprovados, as datas de testes, dentre outros dados.

2.3.1.2 As informações contidas nas marcações variam internacionalmente, logo os mergulhadores (Merg) precisam estar familiarizados com as marcações gerais que são requeridas no país. Dentre elas, os Merg precisam identificar, principalmente, a pressão de trabalho e as datas de testes, dentre hidrostáticos.

2.3.1.3 As datas de testes hidrostáticos tendem a ser parecidas e constam do mês e do ano, devidamente separados por alguma identificação da empresa que testou o cilindro (um sinal, as iniciais da empresa ou qualquer outro tipo de identificação). O primeiro teste hidrostático é feito quando o cilindro é fabricado e as datas subsequentes são marcadas em outros lugares onde haja espaço na ogiva do cilindro.

2.3.1.4 Os problemas mais graves envolvendo cilindros são os resíduos. Geralmente se desenvolvem acidentalmente, quando o mergulhador introduz ar úmido ou água, provocando uma corrosão interna. Caso o cilindro seja esvaziado rapidamente, é possível deixar umidade no seu interior, devido ao processo de condensação, bem como armazenando-o completamente sem gás. É importante manter pelo menos 7 bar/100 psi no cilindro quando armazenado.

2.3.1.5 Em um pequeno intervalo de tempo, a corrosão pode gerar resíduos sólidos que podem entupir a torneira ou o regulador. A longo prazo, essa corrosão pode acabar enfraquecendo o cilindro. Inspeções visuais anuais ajudam a prevenir esse tipo de problema, porém se escutar sons no interior do cilindro durante sua utilização ou suspeitar da existência de umidade no interior do cilindro faça uma inspeção visual imediata.

2.3.1.6 A possibilidade de recarga com ar contaminado é pequena, mas existe, e o mergulhador deve ficar atento quanto a isso. Caso o ar tenha um odor ruim ou sabor estranho, ele não deve ser utilizado. Com a utilização de um lenço branco é possível verificar se o ar está contaminado ou não no momento em que a torneira for aberta, colocando o lenço junto à saída de ar da torneira do cilindro.

2.3.1.7 A maioria dos problemas com cilindros surge quando o mergulhador não o prende adequadamente no CE. O cilindro pode escorregar ou ficar alto demais e bater na cabeça do Merg.

2.3.2 TORNEIRAS DO CILINDRO

2.3.2.1 A torneira possibilita controlar o fluxo de ar que entra (durante a recarga) e que passa pelo regulador por ocasião do uso. A torneira ‘’K’’ funciona como uma torneira simples do tipo abre-fecha. Já a torneira ‘’J’’ possui uma válvula de reserva que pode ser acionada por uma mola quando a pressão cai para cerca de 20 bar/300 psi. Esse mecanismo serve para alertar que o mergulhador está ficando sem ar; o Merg puxa a alavanca da torneira e libera o ar restante. Este

último tipo de torneira está deixando de ser usada desde a introdução do manômetro (Figura (Fig) 1).

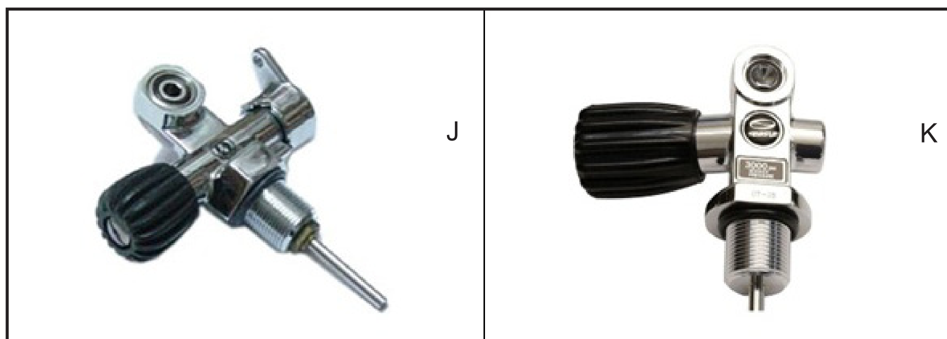


Fig 1 - Torneiras tipo “J” e “K”

2.3.2.2 Os dois tipos de torneira, dependendo do país de fabricação, podem possuir um selo de segurança com uma abertura que permite que o ar saia se a pressão aumentar demais, evitando assim uma ruptura do cilindro em caso de exposição acidental ao calor intenso e/ou seja ultrapassada a pressão de trabalho.

2.3.2.3 Ainda existem duas torneiras padronizadas usadas nos cilindros modernos de mergulho autônomo, a *yoke* e a *Deutsche Industrie Norm* (*DIN*) organização de padronização alemã. O mergulhador pode utilizar uma ou outra, dependendo de onde mergulhar. As duas são feitas de latão cromado (Fig 2).



Fig 2 - Torneiras tipo *yoke* e *DIN*

2.3.2.4 O sistema *yoke* é mais antigo e tradicional. Nele, a entrada do primeiro estágio é acoplada à saída da torneira. Já no *DIN* utiliza um regulador de primeiro estágio com rosca que é ajustado na torneira do cilindro.Tanto o *O-ring* como

o assento ficam no primeiro estágio. O sistema DIN é considerado mais confiável e tem utilização larga nos mergulhos técnicos em todo mundo.

2.3.2.5 O *O-ring* gasto é o problema mais comum encontrado nas torneiras. Um vazamento pequeno durante o mergulho não é uma preocupação, contudo o *O--ring* deve ser substituído assim que possível. Em caso de grandes vazamentos o cancelamento do mergulho deve ser imediato. Grandes vazamentos podem acontecer por causa do uso, e também quando o *O-ring* se desloca do lugar e o regulador não se encaixa de maneira adequada. Para evitar maiores vazamentos os *O-rings* devem ser substituídos regularmente, garantindo que se encaixem adequadamente quando preparar o equipamento.

2.3.2.6 Outro problema comum nas torneiras do cilindro ocorre quando o mergulhador entra na água com ela fechada ou parcialmente fechada. Isto pode acontecer se, após preparar o equipamento para verificar o suprimento de ar ou funcionamento do regulador, o mergulhador fechar a saída de ar e não purgar a pressão. O manômetro ainda irá registrar como pleno e as mangueiras terão pressão suficiente para algumas respirações. O mergulhador ao iniciar o mergulho terá a impressão de que está tudo normal, pois conseguirá respirar duas ou três vezes, porém, logo em seguida, irá faltar ar. O mergulhador pode abrir parcialmente a torneira para verificar a pressão e esquecê-la meio aberta e mergulhar dessa maneira. Pode ocorrer, ainda, que uma torneira esteja emperrada, parecendo estar aberta, quando, de fato, está parcialmente aberta. Para evitar isso, deve-se despressurizar o regulador durante a inspeção no equipamento.

2.3.2.7 Em caso de qualquer suspeita, deve-se verificar o manômetro. Normalmente a pressão sobe e desce nitidamente à medida que o mergulhador inspira e expira. Para evitar esses problemas, o Merg deve conferir sempre se as torneiras do cilindro estão abertas durante a inspeção de segurança no pré-mergulho.

2.3.3 REGULADORES

2.3.3.1 A função de um regulador de mergulho é reduzir a pressão do ar de dentro cilindro até a pressão ambiente para que seja respirado, fazendo que isso só aconteça nos momentos de demanda de ar. Eles são divididos em primeiro e segundo estágios (Fig 3).



Fig 3 - Regulador de primeiro e segundo estágio

2.3.3.2 Ao inalar, a pressão da água faz com que um diafragma no segundo estágio se movimente para dentro. Esse diafragma pressiona uma válvula *downstream* (válvula que abre a favor do fluxo do ar), liberando o ar. O ar vai fluir através da mangueira de baixa pressão, desde o primeiro estágio e continua fluindo enquanto o mergulhador inala. Ao parar de inalar, a pressão se acumula e o diafragma retorna à posição inicial de repouso. A válvula d*ownstream* se fecha e o ar para de fluir. Ao exalar, o ar escapa pelas válvulas de exaustão unidirecionais (Fig 4).

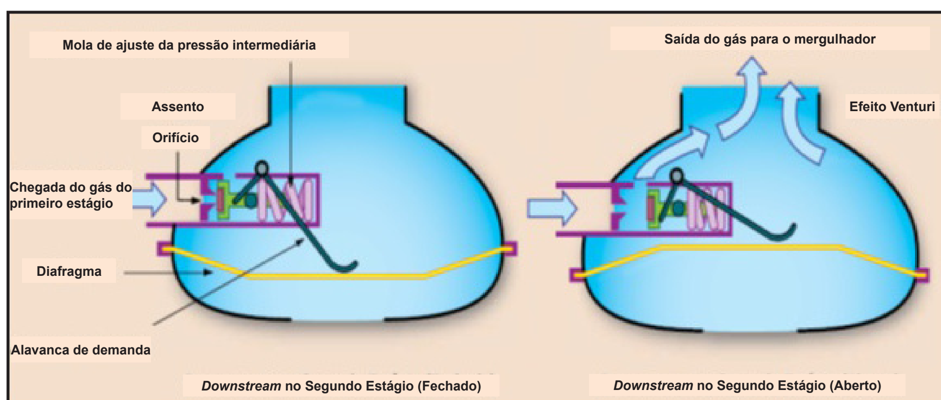


Fig 4 - Funcionamento do regulador de segundo estágio

2.3.3.3 Os reguladores de primeiro estágio fornecem ar ao segundo estágio numa pressão intermediária aproximadamente entre 10-13 bar / 140-190 psi acima da pressão ambiente. Basicamente são dois tipos de primeiro estágio, os de diafragma e os de pistão, que exercem a mesma função (Fig 5).

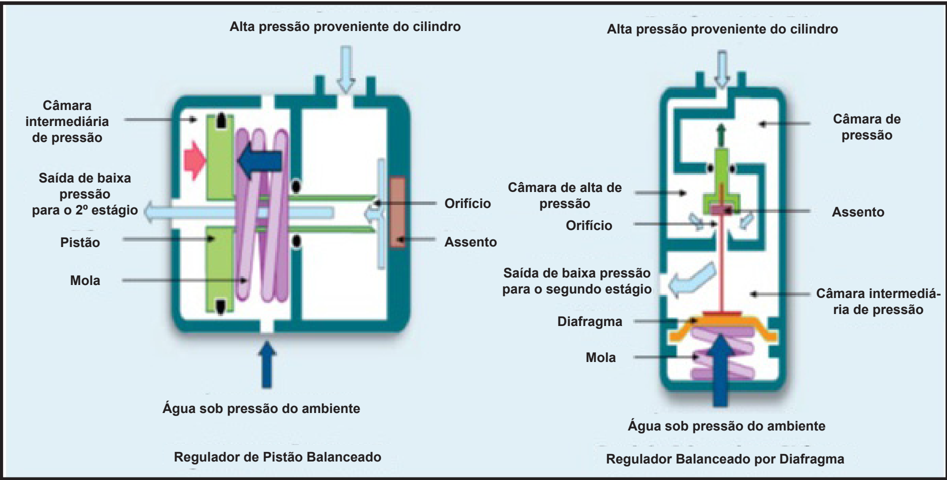


Fig 5 - Primeiro estágio de pistão e diafragma

2.3.3.4 Em um primeiro estágio de pistão, este move-se na direção da câmara de pressão intermediária, abrindo a torneira e permitindo que o ar saia do cilindro. No regulador com diafragma, este se flexiona na direção da câmara de pressão intermediária, empurrando a sede da torneira central abrindo para permitir que o ar saia do cilindro. Ao parar de inspirar, ou inflar o CE, o ar do cilindro se acumula e ocasionando o aumento de pressão até que o pistão/diafragma volte para a sua posição normal, ou seja, fechada. A maioria dos reguladores trabalha com uma pressão intermediária de aproximadamente 10 bar / 150 psi.

2.3.3.5 Praticamente todos os primeiros estágios são de modelos balanceados, ou seja, eles são projetados para cancelar o efeito da pressão do cilindro sobre a válvula, o que auxilia no desempenho, pois permite que o regulador tenha orifícios mais largos para um maior fluxo de ar. Essa característica também mantém a respiração relativamente constante à medida que a pressão do cilindro vai diminuindo.

2.3.3.6 Também existem segundos estágios balanceados. Essa característica é útil para minimizar a resistência durante a respiração. Os principais benefícios são a redução no desgaste e maior flexibilidade de ajuste durante uso (Fig 6).

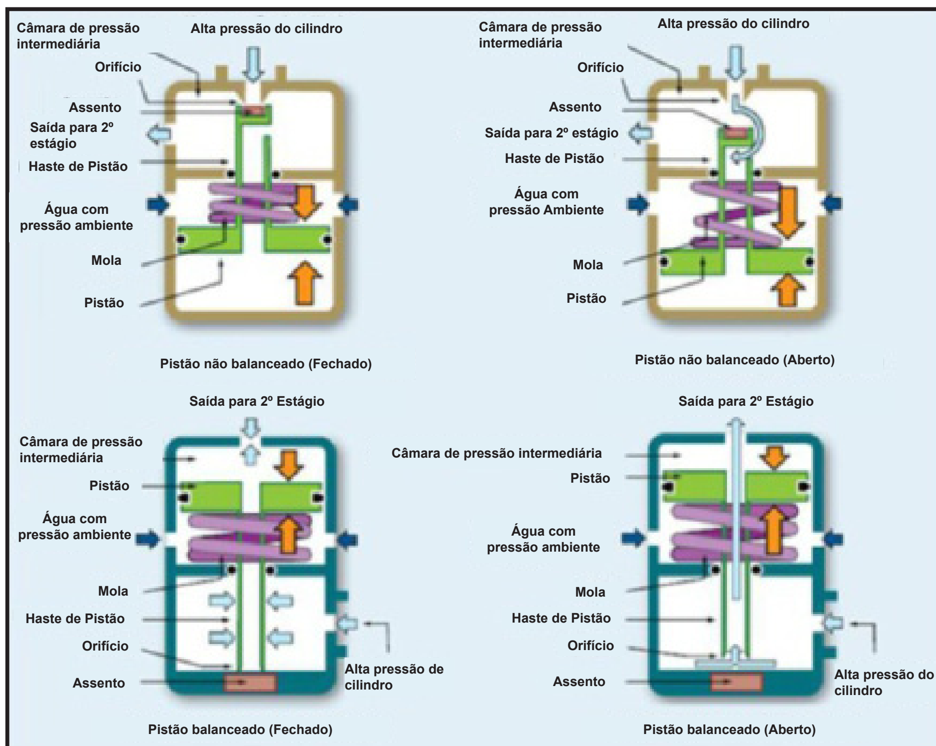


Fig 6 - Funcionamento de válvulas de segundo estágio

2.3.3.7 A maioria dos problemas de funcionamento dos reguladores estão relacionados à falta de cuidado na conservação e manutenção constante do material. No período entre as manutenções, sais e minerais, bem como outros detritos, podem se acumular nas peças do regulador, criando uma resistência à respiração ou fazendo com que as válvulas apresentem vazamentos. Geralmente, os fabricantes especificam que os reguladores devem ser revisados a cada dois anos.

2.3.3.8 Entre os problemas mais comuns estão:

- vazamentos insistentes: o regulador pode apresentar um leve e insistente débito contínuo proveniente do segundo estágio primário ou *Octopus*. Normalmente, um pequeno ajuste no segundo estágio ajustável pode resolver, ou pode ser necessário que o regulador seja enviado para a revisão. Enxaguar e purgar o segundo estágio pode resolver também o vazamento, mas pode ser que o pro-

blema esteja no primeiro estágio. Caso persista, precisa de manutenção nas válvulas.

- respiração com presença de água: o mergulhador pode acabar inalando ar junto com um pouco de água se a válvula de exaustão do segundo estágio não estiver vedando completamente, se houver um pequeno rasgo no bocal ou ainda se os mordedores do bocal estiverem ausentes. Deve-se verificar as válvulas de exaustão para saber se estão assentadas corretamente, checar o bocal e os mordedores, e se for o caso, substitui-los na primeira oportunidade.

- resistência excessiva à respiração: quando um regulador oferece uma respiração ‘’pesada’’ ou que exige um maior esforço, ele está desajustado. Caso o ajuste do próprio segundo estágio ajustável não esteja resolvendo, deve ser realizada manutenção.

- mordedores ausentes: o mergulhador pode morder o bocal com tanta força a ponto de cortar os mordedores. A ausência desses mordedores torna difícil manter o regulador e pode causar brechas momentâneas, deixando a água entrar. Nesse caso a substituição deve ser imediata.

- bocal frouxo: ainda que raro uma falha ou falta de abraçadeira que segura o bocal pode fazer com que ele se desencaixe do segundo estágio. Este item deve ser checado por ocasião da inspeção e montagem do equipamento.

2.3.4 MANÔMETRO

2.3.4.1 Os manômetros evoluíram bastante nos últimos anos, uma prova disso é que é possível, hoje, encontrar mergulhadores usando manômetros mecânicos convencionais, interligados aos computadores e até mesmo sem mangueira (Fig 7).

2.3.4.2 A mangueira do manômetro leva o ar em alta pressão diretamente do cilindro para o instrumento. Em um modelo convencional, o ar entra em um tubo de metal flexível em espiral, na forma de um ‘’C’’ ou em formato similar chamado de tubo de *Bourdon*. A pressão age endireitando o tubo, semelhante ao que acontece com as “línguas de sogra” que desenrolam quando se assopra. O tubo se flexiona, girando o medidor da agulha como consequência. Logo, quanto maior a pressão, mais o tubo se flexiona, mostrando assim uma leitura maior no manômetro.

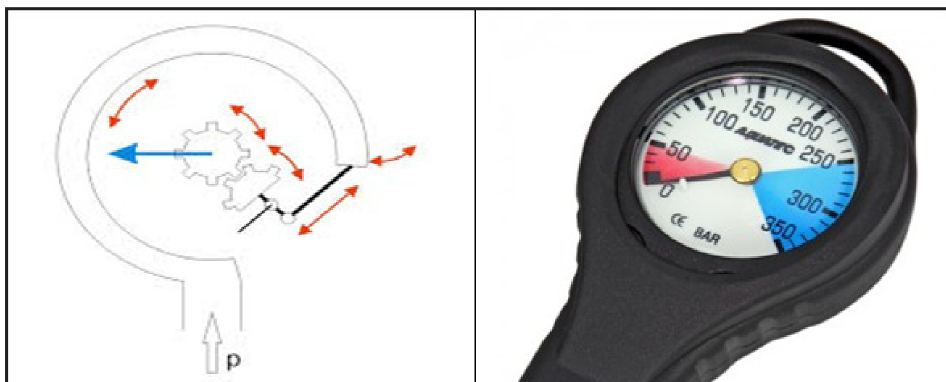


Fig 7 - Manômetro

2.3.4.3 A maioria dos manômetros eletrônicos recentes faz parte de um computador integrado. Esses computadores, além de lerem a pressão do cilindro, também calculam o consumo de ar, o tempo de ar restante em uma determinada profundidade e o limite não descompressivo. Os manômetros acoplados a um computador possuem alta precisão e são convenientes, porém se o computador falhar, não será possível ter informações sobre o suprimento de ar.

2.3.4.4 Os problemas mais comuns com os manômetros são ocasionados por deixar o instrumento solto ao invés de prendê-lo. O mergulhador pode ter problemas durante a sua entrada, dependendo do tipo, resultando em enrosco e até mesmo na quebra do aparelho. Debaixo d'água os manômetros soltos podem bater no fundo ou em outros obstáculos, podendo ocasionar uma falha prematura na mangueira, perda de precisão ou enrosco.

2.3.4.5 A maioria das falhas dos manômetros envolvem a mangueira e suas conexões. Deve ser checado o desgaste da mangueira e substituída nos primeiros sinais de danos. A existência de muitos *o-rings* finos entre a mangueira e o instrumento merece uma maior atenção, podendo resultar em um vazamento caso não sejam substituídos regularmente.

2.3.5 PROFUNDÍMETRO

2.3.5.1 Atualmente, é possível encontrar três tipos principais de profundímetros (analógico/mecânico/eletrônico). O analógico, semelhante ao manômetro, possui um tubo de *Bourdon*. A pressão da água é transmitida para o óleo e faz com que o tubo de *Bourdon* se enrole mais apertado, conforme aumenta a pressão, movendo assim a agulha e indicando a profundidade (Fig 8).



Fig 8 – Profundímetro e console duplo

2.3.5.2 O profundímetro mecânico com diafragma não é tão comum como antigamente. Nesse tipo de instrumento, o diafragma flexiona sob pressão e está mecanicamente ligado a uma agulha que faz a leitura da profundidade.

2.3.5.3 Os profundímetros eletrônicos associados aos computadores de mergulho são os mais comuns. Eles possuem um transdutor que varia a condutividade elétrica dependendo da pressão (Fig 9).



Fig 9 - Profundímetro em computador de mergulho

2.3.6 COLETE EQUILIBRADOR E INFLADOR (TRAQUEIA) DE BAIXA PRESSÃO

2.3.6.1 Quando comparado com outros equipamentos, o CE e o inflador de baixa pressão possuem mecânica simples a apresentam poucos problemas. O CE nada mais é do que uma célula hermética altamente especializada feita de um material durável, criada para que possa ser vestida e com tirantes ajustáveis (Fig 10).



Fig 10 – Colete equilibrador e inflador de baixa pressão

2.3.6.2 Os coletes modernos possuem geralmente duas ou três torneiras de exaustão, incluindo uma torneira de alívio de alta pressão, torneira de exaustão com válvula de purga rápida e torneira de exaustão acoplada com a traqueia do inflador de baixa pressão.

2.3.6.3 O problema mais comum no uso dos CE é o desajuste ao corpo do mergulhador. Se muito grande, pode se tornar desconfortável enquanto na superfície e se muito pequeno pode restringir a respiração, principalmente quando totalmente inflado.

2.3.6.3 O mecanismo de inflagem do CE usa ar de baixa pressão do regulador e injeta no CE quando o mergulhador pressiona o botão do inflador. As torneiras do inflador são bem mais simples do que as do regulador. A maioria dos CE possui duas ou três torneiras de exaustão. O controle da exaustão, também usado para inflagem oral, utiliza uma simples torneira que é aberta quando pressionada.

2.3.6.4 A maioria dos problemas com o CE está relacionado às torneiras de exaustão e de inflagem. Os problemas de inflagem, em sua maioria, acontecem com a inflagem contínua e não com o esvaziamento. Normalmente, um pequeno vazamento enche continuamente o CE, e pode ser imperceptível ao Merg. Caso seja verificado que o colete está enchendo sozinho estando o cilindro aberto, deve-se inspecionar o inflador e trocar o que for necessário.

2.3.6.5 Existe a possibilidade dos infladores pararem na posição aberta, como consequência de uma manutenção inadequada. Sal ou detritos podem causar vazamento ou obstrução no inflador quando acionado, inflando rapidamente o CE e provocando uma subida descontrolada. Para parar o fluxo de ar, basta desconectar a traqueia de baixa pressão.

2.3.6.6 Problemas como vazamento na conexão do inflador e infladores desconectados podem acontecer. É possível evitar esses tipos de problemas verificando o funcionamento do CE realizando uma checagem pré-mergulho.

CAPÍTULO III
FÍSICA E FISIOLOGIA DO MERGULHO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

3.1.1 A condição de ser vivo impõe uma série de limitações que devem ser atendidas com o intuito de preservar-se vivo. Nesse contexto, a alimentação e a respiração são fundamentais para manter o organismo humano funcionando corretamente.

3.1.2 O ser humano pode passar até alguns dias sem alimentar-se e continuar vivo, no entanto, apenas alguns minutos sem respirar, levará o organismo a uma condição de falha, que ocasionará a falência de órgãos, podendo conduzir a morte.

3.1.3 O corpo humano é adaptado a realizar a respiração pulmonar que depende da constante renovação da mistura gasosa que preenche o pulmão. Essa renovação se dá pela ação de músculos específicos que trabalham para inalar uma nova mistura e exalar uma mistura respirada em um processo no qual o organismo absorve, do ar ambiente, moléculas de gás oxigênio e exala moléculas de gás carbônico.

3.1.4 Na atmosfera, pode-se realizar a renovação da mistura gasosa do pulmão tendo como fonte o próprio ar que está presente em todo ambiente. Essa situação muda dentro da água. O corpo humano não é como o do peixe que é adaptado para absorver o oxigênio dissolvido na água, sendo assim, é fácil perceber porque não se consegue respirar dentro da água. Não se pode encher o pulmão de água.

3.1.5 Aliado a isso, como não se pode passar muito tempo sem respirar, houve a necessidade de desenvolver equipamentos que permitissem realizar a renovação gasosa dos pulmões dentro da água.

3.1.6 Ao longo desse capítulo, serão expostos os mecanismos do organismo que realizam a respiração, como o ambiente hiperbárico submerso tem influência na respiração e quais cuidados o mergulhador deve tomar, a fim de proteger a saúde ao realizar um mergulho.

3.2 COMPONENTES DA ATMOSFERA

3.2.1 Sendo o ar atmosférico a mistura gasosa que o organismo humano está adaptado a absorver nos pulmões, essa mistura também é a mais comum em utilização no mergulho. Se a proporção de gases na mistura respirada for diferente da apresentada, pode-se enquadrar esse gás como um ar contaminado. Cada contaminante, se inalado, pode ser absorvido pelo organismo e causar

alguma consequência.

Segue tabela (Tab 3) com a composição aproximada do ar:

Componente	Fórmula	Conteúdo percentual
Nitrogênio	N_2	78,083%
Oxigênio	O_2	20,945%
Argônio	Ar	0,9340%
Dióxido de Carbono (gás carbônico)	CO_2	0,0380%
Demais gases	-	Pequenas quantidades

Tab 3 - Composição aproximada do ar seco

3.2.2 Além dos gases, o vapor de água também está presente no ar, sua presença é importante para a respiração. Também podem estar presentes componentes sólidos como partículas de fuligem, pó e micro-organismos.

3.3 PRESSÃO

3.3.1 A pressão é definida como a força realizada por uma massa sobre uma matéria em uma determinada área. A atmosfera é uma camada de ar sobre a terra atraída para esta por meio da força da gravidade. A pressão que essa massa gasosa gera nos corpos por força da ação da gravidade é denominada PRESSÃO ATMOSFÉRICA.

3.3.2 Pode-se perceber que a camada de gás ao redor da terra tem pouca variação em altitude final, no entanto, essa coluna vai variar quanto a seu início no solo. Assim percebe-se que a coluna de ar que exerce a pressão atmosférica é maior ao nível do mar do que no cume de uma montanha. Sendo assim, se tomou como referência o nível do mar e estabelece-se que a pressão atmosférica ao nível do mar é de 1 atm (Tab 4).

	Pa	bar	at
1 Pa	= 1N/m²	= 10^{-5} bar	= 10.2 10^{-6} at
1 bar	= 100.000 Pa	= 10^{6}dyn/cm²	= 1,02 at
1 at	= 98.066,5 Pa	= 0,980665 bar	= 1kgf/cm²
1 atm	=101.325 Pa	= 1,01325 bar	= 1,033 at
1 Torr	= 133,322 Pa	= 1,333,10^{-3} bar	= 1,360.10^{-3} at
1 psi	= 6994,757 Pa	= 66,948 10^{-3} bar	= 70.307.10^{-3} at

Tab 4 - Unidades de pressão e fatores de conversão

	atm	Torr	psi
1 Pa	= 9,87-10^{-6} atm	= 7,5.10^{-3} Torr	= 145.10^{-6} psi
1 bar	= 0,937 atm	= 750 Torr	=14,504 psi
1 at	= 0,958 atm	= 736 Torr	= 14,223 psi
1atm	= 101,325 Pa	= 760 Torr	=19,337 psi
1 Torr	= 1,316-10^{-3} atm	= 1mmHg	= 19,337.10^{-3} psi
1 psi	= 68.046.10^{-3} atm	= 51,7149 Torr	= 1 lb/in²

Tab 4 - Unidades de pressão e fatores de conversão (continuação)

3.3.3 O corpo humano, ao mergulhar na água, está sujeito às pressões das colunas de ar e de água sobre ele. Sendo a densidade da água muito maior que a densidade do ar, um pequeno deslocamento vertical na água vai provocar uma grande variação da pressão a que o corpo humano estará sendo exposto.

3.3.4 Para ter um entendimento claro, 10 metros de coluna de água tem aproximadamente a mesma massa de uma coluna de ar da extensão da atmosfera ao nível do mar, sendo assim, deslocar 10 metros para o fundo da água, vai praticamente dobrar a pressão a que corpo humano estará sendo submetido. E assim por diante, a cada 10 metros, praticamente se coloca outra atmosfera de pressão sobre o corpo do mergulhador.

3.3.5 Da enorme variação de pressão a que o mergulhador está sujeito é que surgem os riscos do exercício da atividade especial de mergulho. Será possível entender esses riscos com os próximos conceitos.

3.3.6 Manômetro é a ferramenta utilizada para medir a pressão que um gás exerce no ambiente em que se encontra. Os mergulhadores utilizam normalmente dois manômetros com finalidades distintas, o profundímetro para medir a profundidade e outro para medir a pressão do cilindro.

3.3.7 O profundímetro é um manômetro que mede a variação da pressão ambiente a que o mergulhador está sendo submetido. Vai indicar zero quando o aparelho estiver em um ambiente de até 1 atm e irá indicar a profundidade de acordo com o aumento da pressão a relação aproximada de 10 m para cada atmosfera de pressão. Existem exemplos desse equipamento no capítulo anterior.

3.3.8 O manômetro mede a pressão do gás que está dentro do cilindro do mergulhador. Ao inalar o ar comprimido do cilindro, o mergulhador retira dele o gás e exala para o ambiente o resíduo da respiração diminuindo a quantidade disponível. O controle da pressão do gás dentro do cilindro permite ao mergulhador estimar quanto tempo ele ainda pode ficar dentro da água.

3.3.9 O manômetro é a ferramenta que tem sua referência zero, a nível do mar (1 atm). Nesse sentido, ele não mede exatamente a pressão absoluta, ele mede quanto de pressão o ambiente que está exposto tem a mais que a pressão de 1 atm. Esse conceito é importante quando se estudar a dissolução dos gases nos líquidos. Para esse assunto será importante a pressão absoluta e não somente a pressão manométrica.

3.4 RESPIRAÇÃO CELULAR

3.4.1 Respiração celular é o processo de conversão das ligações químicas de moléculas ricas em energia que poderão ser usadas nos processos vitais. Os seres humanos realizam a respiração aeróbia, pois utilizam moléculas de oxigênio para obter energia de nutrientes como a glicose.

3.4.2 Em organismo humano o Oxigênio (O_2) é transportado pelas Hemoglobinas (Hb) que são metaloproteínas presentes no sangue que interagem com o O_2 quando da sua passagem pelo pulmão e este se encontra em concentração suficiente para ser dissolvido no sangue.

3.4.3 As Hb transportam o O_2 por todo o organismo através da corrente sanguínea, permitindo que todas as células funcionem adequadamente.

3.4.4 Conhecer esse processo, permite entender como a respiração pode ser afetada durante o mergulho.

3.5 LEIS DOS GASES

3.5.1 Não se pode ver os gases, sabe-se que eles existem por ser possível experimentar sensações causadas pela sua presença. Diversos cientistas, ao longo dos anos, desenvolveram experimentos a fim de entender o comportamento dos gases em diversas situações.

3.5.2 O mergulhador tem a necessidade de conduzir para dentro da água sua reserva de gases, para que possa respirar nesse ambiente. Entender a dinâmica dos gases e as consequências para o organismo em uma condição hiperbárica é fundamental para o mergulhador proteger sua saúde.

3.5.3 Todos os gases se comportam da mesma forma quando têm a mesma quantidade e submetidos a uma mesma temperatura e pressão. Partindo deste postulado vamos desenvolver o estudo da dinâmica dos gases, entendendo os fundamentos das leis.

3.6 LEI DE BOYLE

3.6.1 O físico e químico irlandês Robert Boyle afirmou que, a uma temperatura constante, a pressão que um gás exerce em seu recipiente varia inversamente

proporcional à mudança de volume que lhe for causada.

3.6.2 Em outras palavras, mantendo a temperatura e a quantidade de gás, se aumentar o volume do recipiente, a pressão diminui. Ao passo em que se diminui o volume, ocorre um aumento na pressão do gás (Fig 11).

$$P1 \times V1 = P2 \times V2$$

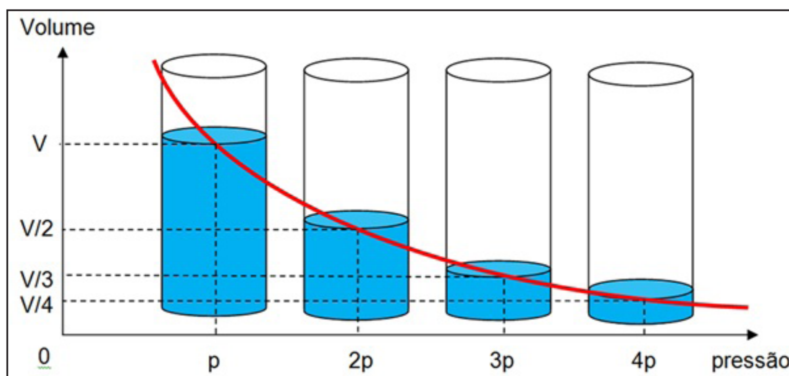


Fig 11 - Representação da lei de Boyle

3.6.3 Para o mergulhador, esse conceito é importante. Ao retornar da profundidade de dez metros para a superfície, o mergulhador diminui pela metade a pressão que estava sofrendo. Nesse caso, se não tiver o cuidado de ir exalando o ar na subida, o ar que se encontrava dentro do pulmão irá forçar um aumento do volume, que poderá causar um grave trauma no seu pulmão.

3.6.4 MECANISMO PRÁTICO DA LEI DE BOYLE (Fig 12)

3.6.4.1 Durante um mergulho, um *"lift bag"* está a 20 m de profundidade e é inflado com 1 litro de ar. Nessa profundidade, esse gás está submetido a uma pressão de aproximadamente 3 pressões atmosféricas absolutas (ata). Subindo o material para a profundidade de 10 m a pressão diminui para 2 ata, sob uma pressão menor o gás se expande passando a ocupar um volume maior.

$$P1 \times V1 = P2 \times V2$$
$$P1 = 3 \text{ ata}, V1 = 1l, P2 = 2 \text{ ata, logo}$$
$$V2 = 3x1/2 = 1.5l$$

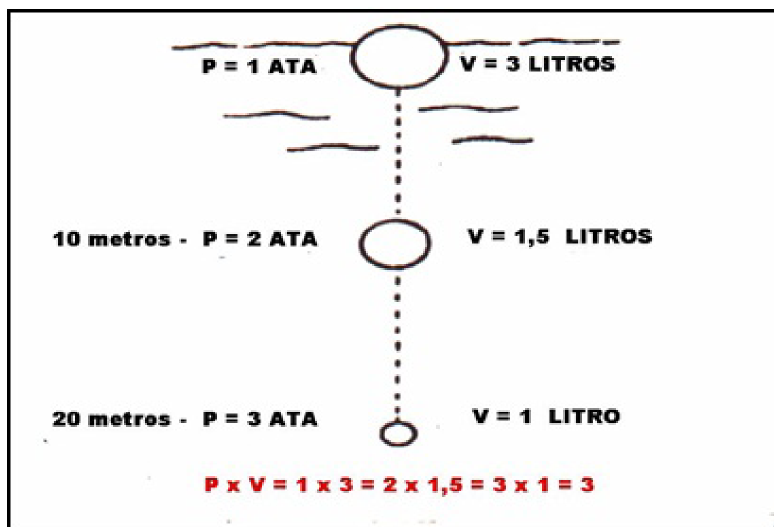


Fig 12 - Exemplo da Lei de Boyle aplicada ao mergulho

3.6.4.2 O volume ocupado pelo gás aumentará para aproximadamente 1.5 litro. Subindo mais, a pressão continuará diminuindo e o volume aumentando, até que se chegue à superfície.

3.6.4.3 Volume de gás à pressão atmosférica (VGPA). O gás que será respirado pelo mergulhador, enquanto estiver imerso na água, será aquele que estiver condicionado dentro do seu cilindro. Sendo o volume do cilindro praticamente constante, a quantidade de ar que estará dentro dele será avaliada pela pressão gerada pelo gás comprimido dentro do cilindro.

3.6.4.4 Pela aplicação prática dos conceitos da lei de Boyle, pode-se tomar como referência o volume que o gás ocupa a pressão atmosférica e ter uma base de quanto gás efetivamente existe dentro do reservatório para ser respirado.

$$\boxed{VGPA = VF \times P}$$

Onde VF é o volume físico em metros cúbicos (m^3)
P é a pressão absoluta em atm (ata).

3.6.4.5 Sendo a pressão absoluta diferente da manométrica, ao instalar um manômetro em um cilindro pressurizado, medir-se-á a pressão que esse cilindro tem a mais que a pressão atmosférica.

3.6.4.6 Ao instalar um manômetro em um cilindro pressurizado e este apresentar a leitura de 200 bar (deve-se lembrar que a pressão absoluta do gás, dentro do cilindro, será de 201 bar). Para efeito de cálculos, deve-se julgar 1 bar = 1 atm.

Tendo esse cilindro 10 litros (0.01 m^3) de volume é possível calcular o VGPA.

$$VGPA = VF \times P = 0.01 \times 201 = 2.01\ m^3$$

3.6.4.7 Esse cálculo explica que o mesmo ar que ocuparia 2.01 m^3 de um ambiente ao nível do mar foi comprimido dentro de um cilindro de apenas 0.01 m^3 e essa é a quantidade de gás que o mergulhador terá para respirar dentro da água.

3.7 LEI DE CHARLES

3.7.1 A dinâmica dos gases analisada pela lei de Boyle supõe que a temperatura do gás será mantida constante quando da mudança da pressão ou do volume.

3.7.2 A lei de Charles apresenta a atuação da temperatura na pressão e no volume. Quando ocorre uma variação na temperatura de um gás ocorre uma variação diretamente proporcional no volume (quando se mantem a pressão constante) ou na pressão (quando se mantem o volume constante) (Fig 13 e 14).

- Ou seja:

Sendo a pressão constante - $V1 / T1 = V2 / T2$

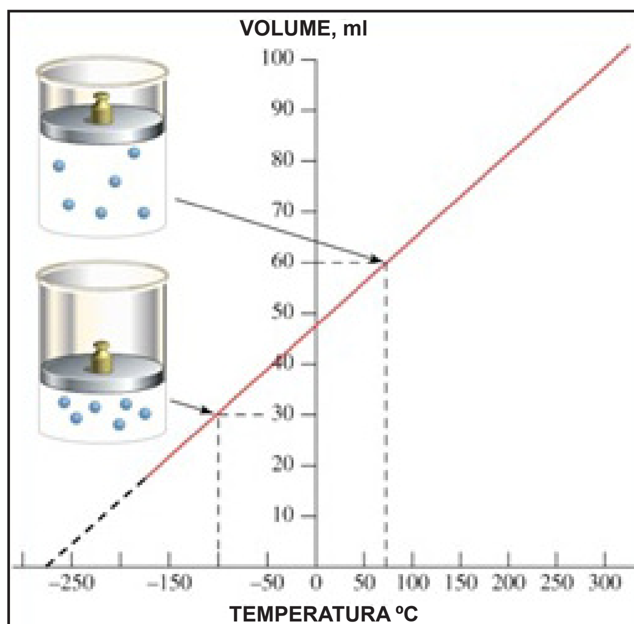


Fig 13 - Variação de temperatura e volume com pressão constante

Sendo o volume constante - $P1 / T1 = P2 / T2$

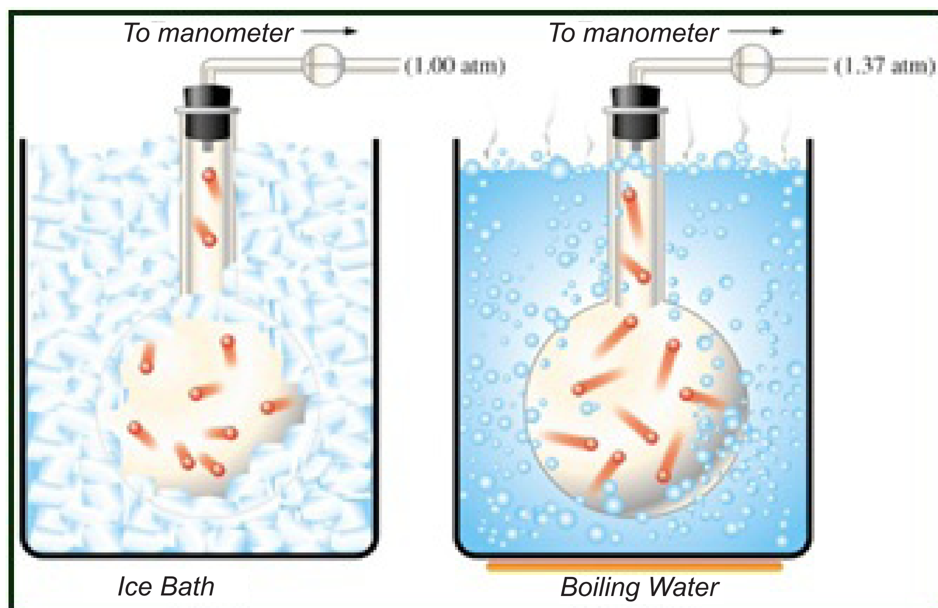


Fig 14 - Variação de temperatura e pressão com volume constante

3.8 EQUAÇÃO GERAL DOS GASES

- Os gases estão sujeitos à temperatura, volume e pressão. Muito raras são as situações em que uma dessas grandezas será constante. Pela combinação das leis de Boyle e Charles tem-se a equação geral dos gases.

$$P1xV1 / T1 = P2xV2 / T2$$

3.9 LEI DE DALTON OU LEI DAS PRESSÕES PARCIAIS

- Sendo o ar uma mistura gasosa, cada componente dele é responsável pela pressão exercida pela mistura proporcionalmente a sua quantidade. Por exemplo, se o ar é composto em uma proporção aproximada de 78% de nitrogênio e 21% de oxigênio, em um cilindro carregado com uma pressão absoluta de 200 bar de ar comprimido, 156 bar de pressão é realizada pelo nitrogênio e 42 bar de pressão é realizada pelo oxigênio (Fig 15).

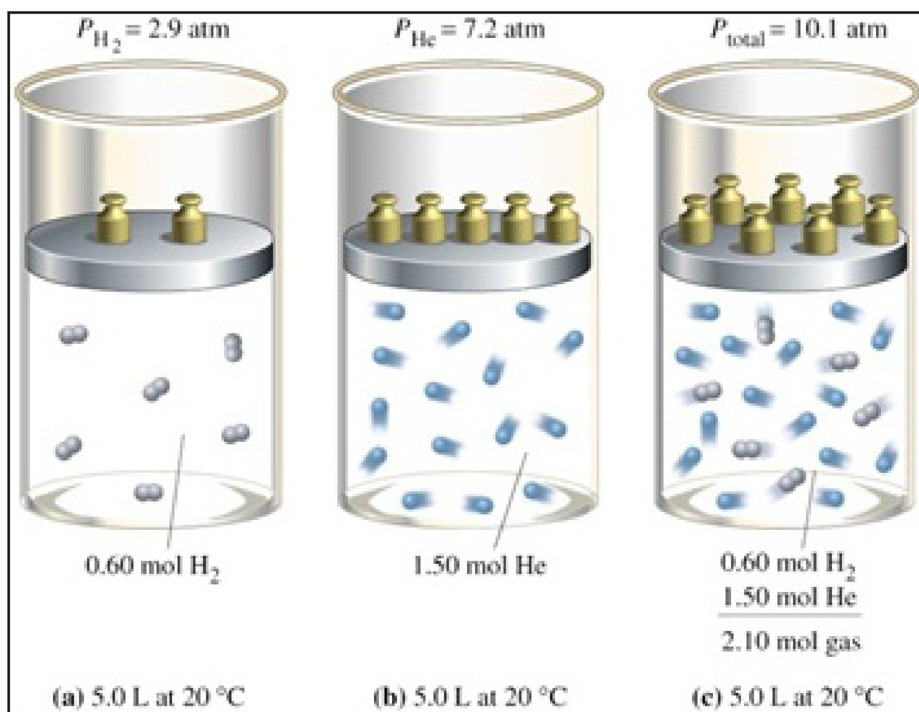


Fig 15 - Lei de Dalton ou Pressões Parciais

3.10 LEI DE HENRY

3.10.1 Segundo Henry, “A solubilidade de um gás dissolvido em um líquido é diretamente proporcional à pressão parcial do gás acima do líquido”. Em outras palavras, quanto maior for a pressão parcial de um gás, maior quantidade deste gás será dissolvido no líquido que estiver em contato com ele (Fig 16).



Fig 16 - Representação da Lei de Henry

3.10.2 Este conceito é importante, tendo em vista que o mergulhador será submetido às condições hiperbáricas. A mistura gasosa respirada pelo mergulhador durante o mergulho também está com grande pressão, e, como consequência, todos os seus gases constituíntes estarão com suas pressões parciais aumentadas, com isso aumenta a dissolução desses gases no sangue e no organismo. Diversas podem ser as consequências da dissolução de gases no organismo.

3.11 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES (Empuxo)

3.11.1 Dentro da água é mais fácil locomover objetos pesados se comparado à força necessária para realizar a mesma tarefa fora da água. Pelo mesmo motivo, corpos pesados mas, de grande volume, flutuam. Essas situações são possíveis pela ação do empuxo.

3.11.2 O empuxo foi descoberto por Arquimedes quando este percebeu que a força peso do líquido deslocado pela presença de um sólido em seu interior é responsável por uma força de igual intensidade em sentido contrário à gravidade (Fig 17).

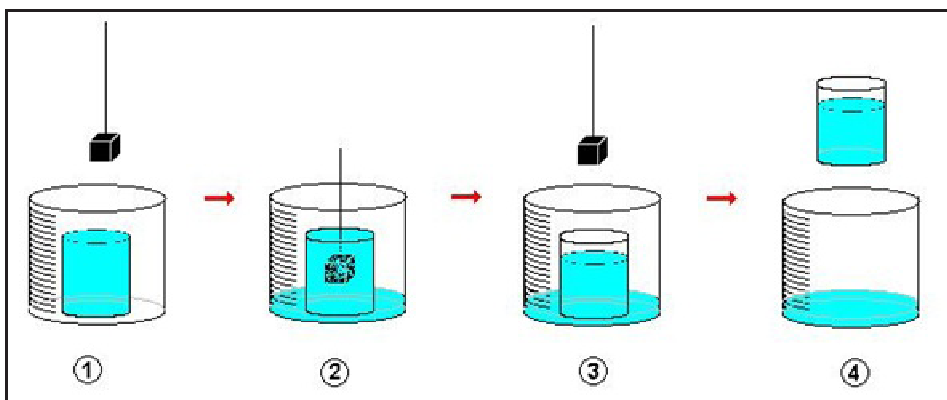


Fig 17 - Volume deslocado pela presença de um sólido dentro de um líquido

3.11.3 No primeiro momento existe um recipiente pleno de líquido no qual se imerge um sólido. O volume ocupado por este sólido inicialmente era ocupado pelo líquido que, por não mais caber dentro do recipiente, escorre para o recipiente maior. No quarto momento, o recipiente está ocupado somente pelo líquido que tem o mesmo volume que o sólido. A força peso, realizada pela massa desse líquido, é exatamente igual a força empuxo que age no sólido, quando este está imergido no líquido.

3.11.4 Esse conceito é importante no mergulho porque permite entender a importância de alguns equipamentos para o mergulhador como o cinto de lastros, que facilita a imersão do mergulhador, bem como a ação do colete equilibrador, que quando inflado traz o mergulhador à superfície.

3.12 FISIOLOGIA DO MERGULHO

- Partindo do estudo das leis da física aplicadas aos gases, sua relação com os líquidos (mais de 70% do corpo humano é água) e com a alta pressão que existe no ambiente submerso, é possível entender como tudo isso afeta o organismo e como é possível preservar a saúde.

3.12.1 O MERGULHO E A RESPIRAÇÃO PULMONAR

3.12.1.1 Sabe-se que a Hemoglobina se associa ao gás oxigênio que é dissolvido no sangue quando o gás se encontra em uma pressão parcial adequada dentro do pulmão. Sendo o ar atmosférico composto em aproximadamente 20% de oxigênio, pela lei de Henry o oxigênio do ar está com uma pressão parcial de aproximadamente 0.2 atm. Uma pressão parcial superior a 1.6 atm de oxigênio torna esse gás tóxico para o organismo humano, uma vez que acelera o metabolismo produzindo mais gás carbônico do que o organismo conseguirá exalar (Fig 18 e 19).

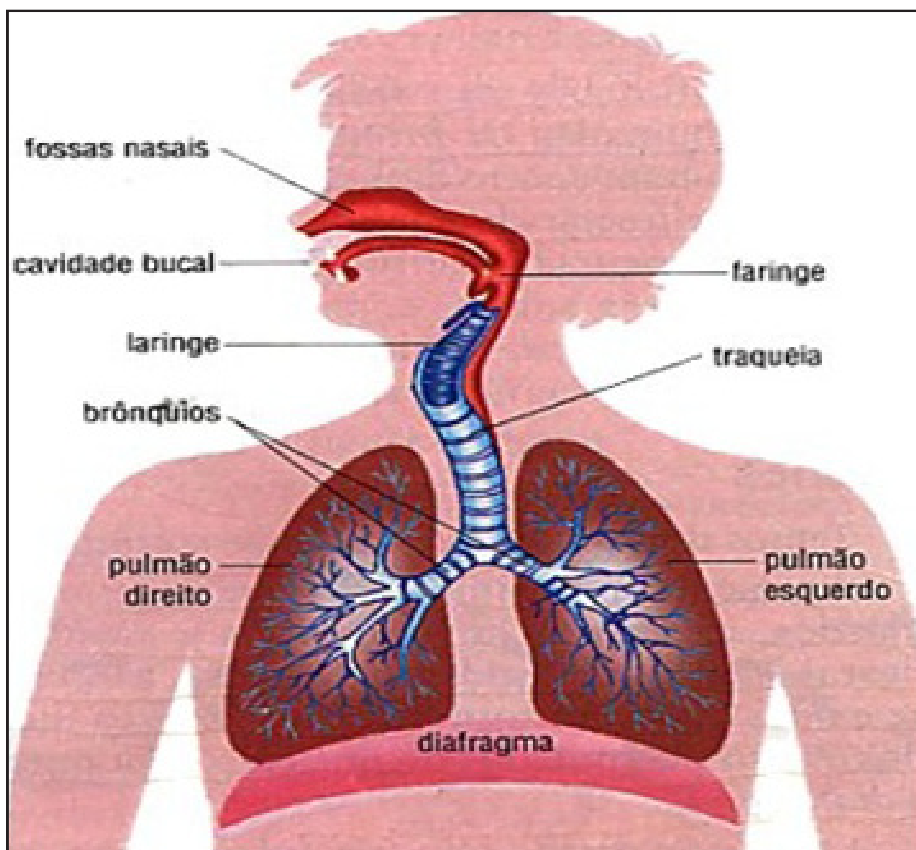


Fig 18 - Aparelho respiratório

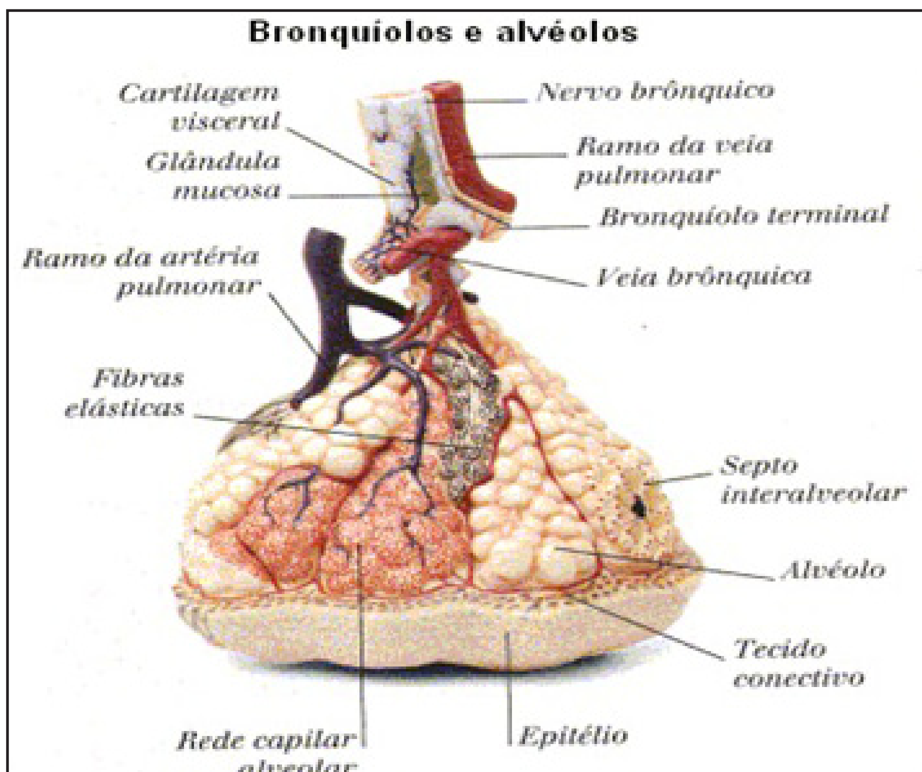


Fig 19 - Bronquíolos e alvéolos

3.12.1.2 A ausência de contaminantes no ar a ser respirado também é importante. Caso o ar comprimido no cilindro esteja contaminado com algum elemento asfixiante, a função respiratória do mergulhador estará comprometida.

3.12.1.3 O organismo humano sente a vontade de respirar (asfixia) pelo excesso de gás carbônico no pulmão. Nesse sentido, ventilar o pulmão com uma mistura pobre em O_2 ou ainda respirar uma mistura contaminada com agentes que tenham maior capacidade de associação com a hemoglobina que o oxigênio (ex: gás sulfídrico que resulta de decomposição pode estar presente em cavernas, o monóxido de carbono resíduo do escapamento de motores pode ser comprimido dentro do cilindro), irá colocar a vida do mergulhador em risco sem que este perceba a tempo podendo ele perder a consciência durante o mergulho e, consequentemente, a vida.

3.12.1.4 Volumes Pulmonares: para melhor compreensão da dinâmica respiratória, o volume de ar contido nos pulmões pode ser assim dividido:

- capacidade total (CT): maior volume de ar que pode ser contido nos pulmões após uma inspiração máxima. CT = capacidade total (5 a 6 litros);

- capacidade vital (CV): maior volume de ar que pode ser expelido dos pulmões após uma inspiração máxima. CV = capacidade vital (4,5 a 5 litros);

- volume residual (VR): volume de ar que fica retido nos pulmões após uma expiração máxima. VR = volume residual (1 a 1,5 litros);

- volume corrente (VC): volume de ar que se movimenta no ciclo respiratório normal. VC = volume corrente (0,5 a 0,6 litros);

- volume minuto (VM): volume de ar que se movimenta nos pulmões em um minuto VM = VC x frequência; e

- normalmente os alvéolos pulmonares são perfundidos pelo sangue dos capilares e ventilados pelo ar para permitir as trocas gasosas. Quando alguns desses alvéolos não são suficientemente perfundidos, ficando prejudicado o seu funcionamento, tem-se a constituição do chamado espaço morto fisiológico, de grande importância na dinâmica respiratória.

3.12.1.5 Espaço morto anatômico: é aquele constituído pelos órgãos do aparelho respiratório não envolvidos nas trocas gasosas, ou seja, as vias aéreas (nariz, boca, faringe, laringe, traqueia, brônquios e bronquíolos). Os alvéolos compõem a única área do aparelho respiratório onde a hematose é efetuada.

3.12.1.6 Espaço morto fisiológico: é produto da má perfusão sanguínea de alguns alvéolos, no que resulta em uma deficiência ou até ausência de trocas gasosas. Certas partes do equipamento de mergulho podem aumentar o espaço morto, por conterem algum volume de ar que será adicionado no espaço morto anatômico. Para compensar, o mergulhador necessita aumentar seu volume corrente. O ciclo respiratório compreende uma respiração completa, incluindo a inspiração, a expiração e qualquer pausa que ocorra entre estas duas fases. A frequência respiratória consiste no número de ciclos respiratórios completos que ocorrem em um minuto. Em repouso, um adulto normal possui a frequência respiratória entre 10 e 20 incursões por minuto (IPM). Esta taxa aumenta durante o trabalho.

3.12.1.7 Alterações fisiológicas respiratórias ocorridas durante o mergulho

3.12.1.7.1 O deslocamento sanguíneo circulante para os vasos de capacitância venosos intratoráxicos produz um aumento de volume sanguíneo em torno de 700 ml num indivíduo de 70 kg. Consequência direta disso é uma redução do volume pulmonar, provocando aumento da resistência das vias aéreas (exposição ao frio tem efeitos semelhantes).

3.12.1.7.2 Altas pressões dos gases respirados produzem altas pressões arteriais e teciduais destes mesmos gases. Sendo assim, no final do mergulho pode haver um excesso de gás além da capacidade de eliminação respiratória, podendo desencadear uma doença descompressiva.

3.12.1.7.3 O aumento da densidade gasosa aumenta a resistência das vias aé-

reas, restringe a ventilação e aumenta o esforço respiratório. Gases metabolicamente inertes ganham um aumento em sua absorção e difusão (efeitos narcóticos) e dificuldade em sua eliminação (efeitos descompressivos).

3.12.1.7.4 O gás carbônico, com a queda da eficiência ventilatória e o aumento metabólico, tende a retenção e a elevação da produção (efeitos de hipercapnia).

3.12.1.7.5 O oxigênio apresenta elevação do consumo pela maior demanda metabólica do mergulhador, apresentando também a sua pressão parcial alterada devido à alteração da pressão ambiente (efeitos de hipóxia ou hiperóxia). Outros gases da mistura passam a ter potencial ação tóxica ou até letal, a depender da elevação de pressão parcial dos mesmos, a qual é tempo e profundidade dependente.

3.12.1.7.6 Aumento do espaço morto - o espaço morto anatômico aumenta, primeiramente pelo acréscimo de peças do equipamento como máscara facial. A distensão dos alvéolos pulmonares e bronquíolos pelas condições hiperbáricas aumenta também o espaço morto anatômico. Por outro lado, há um colapso da circulação pulmonar provocado pela redução relativa da pressão na artéria pulmonar diante de uma pressão pulmonar agora aumentada. Surgirão assim novas áreas alveolares ventiladas e não perfundidas, aumentando o espaço morto fisiológico.

3.12.1.7.7 Aumento da resistência respiratória: o aumento da pressão pulmonar e da pressão ambiente leva a uma redução da complacência pulmonar. Por outro lado, há uma pressão hidrostática relativamente maior a ser efetivamente vencida. O movimento do ar passa a ser turbilhonado e a resistência oferecida passa a ser proporcional à densidade da mistura, aumentada pelas condições hiperbáricas. O aumento da resistência respiratória leva a um consequente aumento do trabalho respiratório.

3.12.1.7.8 Redução da ventilação alveolar: essa redução se dá por um lado, pelo aumento do espaço morto já estudado e, pelo outro, por uma redução do volume minuto, consequência de uma redução da frequência respiratória e do volume corrente pulmonar.

3.12.1.7.9 Elevação do teor de gás carbônico: pelo aumento do espaço morto, pelo aumento do trabalho respiratório com uma maior produção de gás carbônico, pela redução da ventilação alveolar e, ainda, pela maior dificuldade no transporte de gás carbônico pelas hemáceas impregnadas pelo oxigênio, com sua pressão parcial aumentada, o teor de gás carbônico vai-se elevando no sangue e nos tecidos, provocando, por sua vez, uma vasoconstricção pulmonar que vem acentuar alguns dos mecanismos já estudados com a constituição dos círculos viciosos.

3.12.2 O MERGULHO E A CIRCULAÇÃO SANGUÍNEA

3.12.2.1 O aparelho circulatório consiste num sistema formado de redes (vasos sanguíneos) com uma bomba (coração), responsável pela circulação da massa líquida (sangue) contida neste sistema. As artérias conduzem sangue do coração até os capilares. O retorno do sangue se faz através das veias (Fig 20).

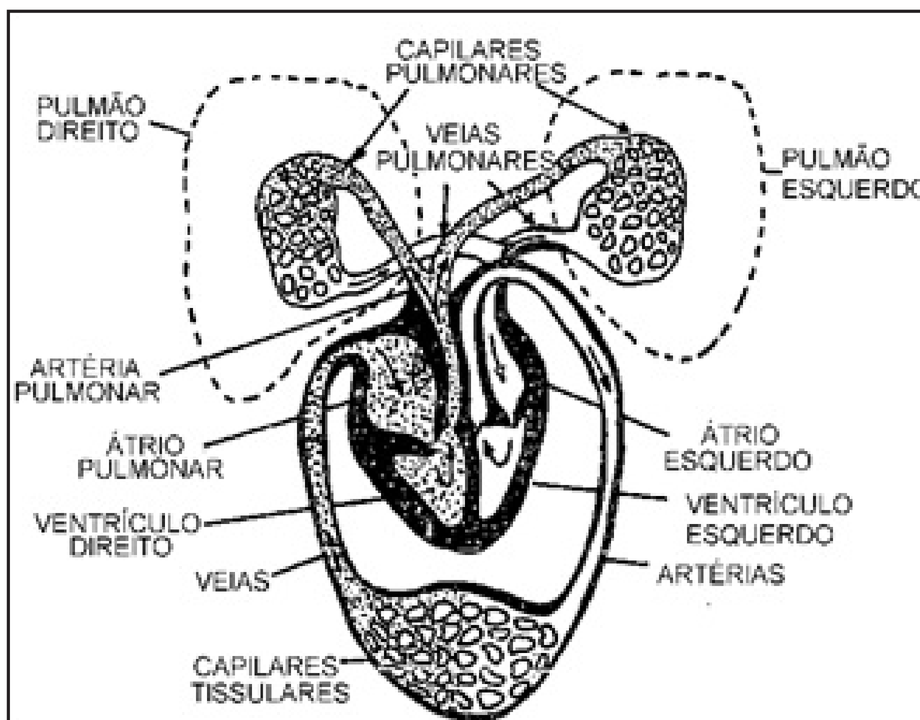


Fig 20 - Aparelho circulatório

3.12.2.2 A necessidade de uma grande superfície de exposição do sangue ao oxigênio e ao gás carbônico, tanto nos pulmões quanto nos tecidos, é satisfeita pela existência de uma rede de vasos extremamente pequenos e de paredes finas, que interseccionam cada parte do corpo humano. Nos pulmões estes capilares envolvem minúsculos sacos contendo ar (alvéolos), de forma que o sangue que eles conduzem possa ser exposto ao ar. Os capilares são constituídos por uma única camada de células estreitas.

3.12.2.3 As artérias são constituídas de paredes espessas, constituídas por três camadas, por suportarem uma considerável pressão sanguínea. Uma camada de fibras elásticas proporciona às artérias condições de absorver alterações de pressão. Estes vasos contêm também uma camada de fibras musculares que são controladas pelo sistema nervoso autônomo, e por certas substâncias que o

organismo produz. Estas fibras são responsáveis pela alteração do diâmetro das artérias (vasoconstrição e vasodilatação), o que influencia a pressão arterial e o fluxo sanguíneo em um determinado local (Fig 21).

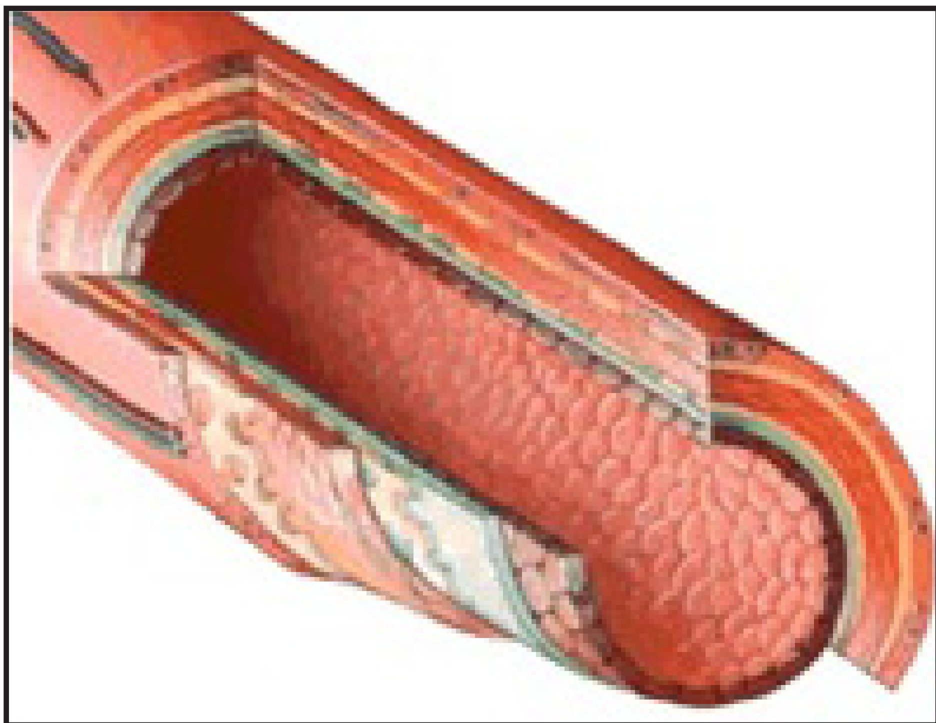


Fig 21 - Artéria

3.12.2.4 As veias trabalham em regime de baixa pressão e não controlam o fluxo sanguíneo, por possuírem paredes finas e fracas, comparadas com as das artérias. Internamente os grandes vasos são revestidos por uma camada única de células estreitas, como as que constituem os capilares.

3.12.2.5 O coração possui o tamanho aproximado de um punho fechado. Suas paredes são constituídas de músculo estriado cardíaco, responsável pela ação de bombeamento. Está localizado na parte central e superficial da cavidade torácica, entre os dois pulmões, exatamente atrás do esterno. A ponta do coração situa-se à esquerda, no tórax. O interior do coração é dividido no sentido longitudinal, em duas metades que não tem relação direta uma com a outra. O lado esquerdo é a bomba que impulsiona o sangue para a circulação sistêmica; o lado direito impulsiona o sangue para a circulação pulmonar. Cada lado é dividido em uma câmara superior, o átrio, que recebe sangue das veias cavas, no caso da

circulação sistêmica, ou das veias pulmonares, no caso da circulação pulmonar, e um ventrículo (Fig 22).

3.12.2.6 O coração recebendo sangue do átrio bombeia-o através da aorta (circulação sistêmica), ou da artéria pulmonar, no caso do ventrículo direito. Por realizarem a maior parte do trabalho de bombeamento, os ventrículos possuem as paredes hipertrofiadas e mais espessas.

3.12.2.7 Como a maioria das bombas, o coração possui válvulas de retenção, para manter o fluxo sanguíneo em uma só direção, evitando o retorno no intervalo entre os bombeamentos cardíacos.

3.12.2.8 Existe uma válvula entre cada ventrículo e átrio correspondente, e também na saída de cada artéria principal de cada lado. Quando o coração se contrai, as válvulas situadas entre os átrios e os ventrículos impedem o retorno do sangue para dentro dos átrios. Quando o coração relaxa e reenche, as válvulas localizadas entre as artérias e os ventrículos impedem o retorno sanguíneo para o interior do ventrículo, com isso mantendo a pressão na artéria.

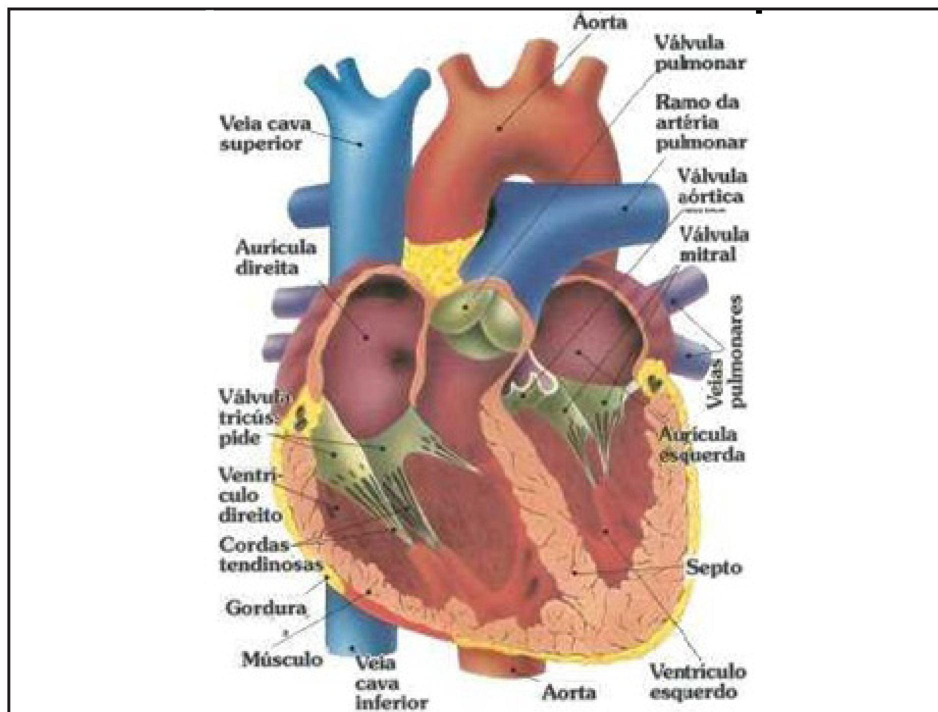


Fig 22 - Coração

3.12.2.9 Pressão Arterial

3.12.2.9.1 A pressão arterial depende da quantidade de sangue que o coração bombeia e da resistência do circuito. Estes dois fatores estão sob controle do sistema nervoso, que pode aumentar ou diminuir a frequência cardíaca, assim como promover uma vaso-dilatação ou vaso-constrição. Sensores de pressão chamados pressoreceptores localizados nas artérias carótidas (pescoço) e aorta (tórax) fornecem ao cérebro, através de impulsos nervosos, informações sobre a pressão sanguínea. A partir dessas informações o cérebro pode fazer os ajustes necessários para manter a pressão dentro de certos limites, controlando a pressão ótima do fluxo sanguíneo através dos tecidos, para evitar a ruptura de artérias mais finas pelo aumento da pressão arterial.

3.12.2.9.2 O choque é a manifestação da falência da função cardiocirculatória, desencadeada por hemorragia, queimaduras extensas ou por outras condições que apresentem perda de sangue total ou somente plasma. Sob estas condições o organismo é incapaz de manter a pressão sanguínea, desenvolvendo-se então uma hipóxia tissular séria. Ao exame físico encontra-se pulso muito fraco e rápido. Trata-se de uma emergência, que exige a rápida reposição de sangue, plasma ou seus substitutos.

3.12.2.9.3 A pressão arterial é em média, para um indivíduo em repouso, 120 mm Hg, quando o coração está se contraindo (pressão sistólica) e 80 mm Hg, quando está na fase de relaxamento (pressão diastólica).

3.12.2.9.4 Durante exercício físico, o volume de sangue que o coração tem de bombear é várias vezes maior do que o necessário em situação de repouso. Isto é devido à demanda aumentada de oxigênio pelas fibras musculares que estão com o seu metabolismo aumentado, e também, para remover o gás carbônico (CO_2) que está com sua concentração aumentada. Este volume sanguíneo é aumentado às custas do aumento da frequência cardíaca e também do volume bombeado em cada sístole. O pulso se torna mais rápido e mais forte. Nestas condições a frequência cardíaca salta de 80 bpm (batimentos por minuto) encontrados durante o repouso, para 150 bpm ou mais.

3.12.3 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS CIRCULATÓRIAS OBSERVADAS DURANTE O MERGULHO

3.12.3.1 Basta entrar na água, com a cabeça de fora, para sentir os efeitos da imersão sobre o organismo, pois o ar é respirado a uma pressão menor que a da água, que está em volta do corpo. Essa diferença de pressão é suficiente para deslocar sangue adicional ao tórax. Ocorre no início do mergulho uma queda da frequência cardíaca e também da pressão arterial, principalmente a sistólica (efeito vagal), posteriormente mantida a frequência cardíaca observa-se um débito cardíaco maior. O maior efeito circulatório é a redistribuição do volume sanguíneo periférico para o centro do tórax, produzindo um aumento na pressão de enchimento das cavidades cardíacas direitas e, consequentemente, maior

volume sistólico ventricular.

3.12.3.2 O aumento da pressão de enchimento atrial acarreta em sua distensão estimulando receptores atriais para liberação de hormônio atrial peptídico. Interpretado como aumento de volume circulante, a resposta hormonal desencadeia aumento de diurese com diminuição de volume de sangue circulante (desidratação). O abaixamento do diafragma, pela diminuição do volume das vísceras abdominais comprimidas, provoca uma retração do coração, que fica mais verticalizado. Isto se traduz em alterações eletrocardiográficas. Com relação à composição do sangue, encontra-se uma diminuição do número de glóbulos vermelhos e do seu teor de hemoglobina. Observa-se alterações qualitativas e quantitativas dos glóbulos brancos, com aumento do número dessas células.

3.12.3.3 Importante saber proceder para retirar alguém que passou muito tempo na água. Foram observadas paradas cardiopulmonares por baixo débito, devido ao retorno do sangue à periferia, quando o resgatado era içado da água em pé, devido à redistribuição sanguínea para membros inferiores, com baixa perfusão de outras áreas como o cérebro e o próprio coração.

3.12.4 AÇÃO DO MERGULHO NO APARELHO AUDITIVO

3.12.4.1 O aparelho auditivo é composto de ouvido externo, médio e interno. O ouvido externo é formado pelo pavilhão auricular e o conduto auditivo externo. O pavilhão auricular coleta as ondas sonoras e as dirige para o interior do conduto auditivo. Este possui glândulas especializadas na produção de cera que protegem o conduto e a membrana timpânica contra poeira, infecções e outros agentes externos (Fig 23).

3.12.4.2 O ouvido médio é uma cavidade contendo ar que se comunica com o meio exterior através da trompa de Eustáquio, que se abre na rinofaringe. O ouvido externo é separado do ouvido médio pelo tímpano. As vibrações produzidas nesta delicada membrana pelas ondas sonoras são transmitidas através do ouvido médio por intermédio de uma cadeia de ossículos chamados martelo, bigorna e estribo. Estes, por sua vez, transmitem as vibrações sonoras através da janela oval para a cóclea no ouvido interno. Terminações nervosas localizadas na cóclea conduzem estas informações ao cérebro.

3.12.4.3 Os canais semicirculares, localizados no ouvido interno contém em seu interior endolinfa, um tipo de líquido orgânico. Estes canais, em número de três, estão dispostos perpendicularmente entre si, permitindo ao Sistema Nervoso Central (SNC) a correta identificação da posição do corpo em relação ao espaço, a partir da análise do deslocamento da endolinfa dentro destes canais, de acordo com o movimento da cabeça.

3.12.4.4 O SNC é capaz de identificar a direção de onde vem um determinado som, pela percepção da pequena fração de tempo com que este som alcança cada ouvido. Na água, o som se propaga em uma velocidade consideravelmen-

te maior (comparada com o ar) e a diferença de tempo em que ondas sonoras atingem cada ouvido se torna muito pequena para ser distinguida pelo cérebro. Com isso o mergulhador se torna incapaz de localizar a fonte sonora na água.

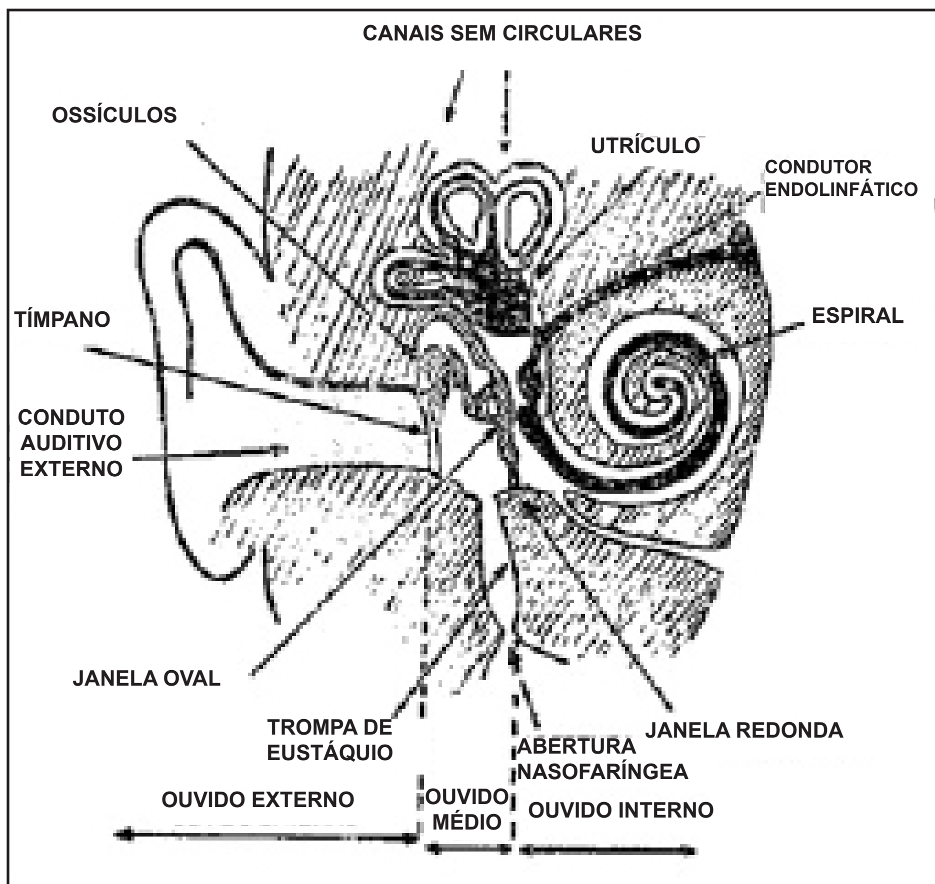


Fig 23 - Aparelho auditivo

3.12.5 VARIAÇÃO DE PRESSÃO DURANTE O MERGULHO

3.12.5.1 Quando o mergulhador vai aumentando a profundidade, aumenta a pressão que ele e os gases que ele respira estão submetidos. Pela lei de Boyle, uma mesma quantidade de ar, submetida a uma pressão maior, ocupará um volume muito menor, consequentemente, pela lei de Henry, mais gás será dissolvido na corrente sanguínea.

3.12.5.2 Ao diminuir a profundidade, ou seja, no deslocamento de retorno a su-

perfície, esse gás irá experimentar a diminuição da pressão e aumentará de volume. Se esse aumento de volume for lento o suficiente, o gás dissolvido no sangue será expelido naturalmente quando este passar pelos pulmões. Se o deslocamento de subida for muito rápido, esse gás dissolvido no organismo se tornará uma bolha e, dependendo do lugar onde essa bolha se formar, as consequências podem ser catastróficas.

3.12.5.3 Bolhas nas articulações podem causar dores, na pele podem causar vermelhidão e coceira. Quadros mais graves de doenças descompressivas podem chegar a apresentar bolhas trafegando pela corrente sanguínea podendo atingir órgãos vitais como o cérebro.

3.12.5.4 Uma variação mais brusca de pressão pode causar uma expansão rápida de volume dentro das vias aéreas do corpo, causando embolias traumáticas graves.

3.12.5.5 O aumento do volume do gás na cabeça, nas trompas de Eustáquio ou nas vias aéreas podem causar graves lesões nos olhos e tímpanos. Nos pulmões, o aumento do volume pode chegar a ponto de romper os alvéolos fazendo com que o ar entre diretamente na corrente sanguínea, limitando a capacidade respiratória e causando uma série de falhas no organismo.

3.12.5.6 A fim de evitar doenças descompressivas, o mergulhador deve atentar para sua descompressão, retornando para a superfície na velocidade adequada e cumprindo as paradas para descompressão previstas nas Tabelas de Descompressão (serão estudadas em capítulos a parte).

3.12.5.7 Estatisticamente existem poucos episódios de Doenças Descompressivas, no entanto, sua ocorrência pode ter graves consequências. O mergulhador deve estar atento e, antes de entrar na água, planejar todos os procedimentos que irá adotar, especialmente o retorno a superfície com a descompressão.

3.12.6 OUTRAS ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS

3.12.6.1 Temperatura e Perda Calórica

3.12.6.1.1 O corpo humano funciona efetivamente dentro de uma faixa relativamente estreita de temperatura interna, normalmente em torno de 37°C. Esta temperatura é mantida estável por determinados mecanismos fisiológicos, ajudados por medidas artificiais, tais como o uso de roupas protetoras e ambientes refrigerados ou ventilados.

3.12.6.1.2 Os processos metabólicos do corpo geram constantemente calor. Caso o organismo não fosse dotado de mecanismos compensadores, a temperatura interna iria se elevar a um nível tal, que alteraria de modo irreversível as células do organismo. Do mesmo modo, baixas temperaturas no organismo são danosas, nesse sentido, o corpo tem mecanismos para elevar sua temperatura.

3.12.6.1.3 Com relação ao controle da temperatura corporal interna, o principal

problema do mergulhador é manter-se aquecido, uma vez que a água possui uma condutividade térmica elevada e o mergulho em águas frias é mais frequente do que em águas quentes. Geralmente, considera-se a temperatura corporal como sendo 37°C, mas na verdade esta só é uniforme internamente, sendo variável e geralmente um pouco mais baixa superficialmente.

3.12.6.1.4 Mecanismos termorreguladores limitam a perda de calor pela redução do fluxo sanguíneo para a pele, através de uma vasoconstrição cutânea automática induzida pelo frio. Este mecanismo, contudo, não fornece uma grande proteção contra a perda de calor, porque não funciona de modo contínuo e duradouro.

3.12.6.1.5 A maior parte da perda de calor observada em águas moderadamente frias se dá através do efeito físico da condução (dos órgãos profundos para a superfície do tronco) e está livre de qualquer controle fisiológico.

3.12.6.1.6 O exercício físico normalmente aumenta a produção de calor e, com isto, a temperatura corporal. Paradoxalmente, exercícios efetuados em águas frias podem promover uma queda da temperatura corporal, devido a duas razões: uma é o fato que o movimento dos braços agitam a água próxima à pele, criando uma turbulência que facilita a dissipação do calor por convecção; a outra razão é o aumento do fluxo sanguíneo para as extremidades, a fim de se adequar às necessidades aumentadas do O_2 pelos músculos, proporcionando uma perda de calor do sangue.

3.12.6.2 Crânio

3.12.6.2.1 O crânio é uma caixa rígida, feita de ossos chatos, que aloja e protege o cérebro e os órgãos dos sentidos. Os seios da face são cavidades cheias de ar, localizadas no osso frontal, ossos maxilares, ossos etmoidais e esfenoidais, tornando os ossos da face mais leves e dando ressonância à voz. Eles se comunicam com a parte posterior do nariz, através dos óstios sinusais, que permitem a equalização das pressões entre os seios da face e o meio externo (Fig 24).

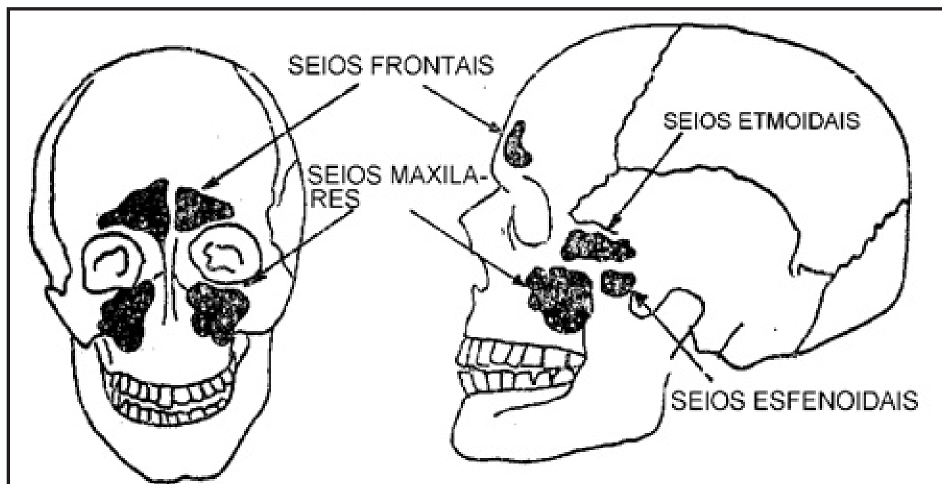


Fig 24 - Seios da face

3.12.6.2.2 O mergulho inibe a produção do hormônio antidiurético (ADH) produzido por uma glândula localizada no cérebro, que normalmente age nos rins, aumentando a retenção da água e diminuindo o volume de urina produzido. Com menos ADH o mergulhador urina mais. Isso também induz um quadro de desidratação discreta, além de alterações na composição do organismo de elementos minerais, tais como cálcio e potássio (distúrbios hidroeletrolíticos e metabólicos).

3.12.6.2.3 Resumindo-se, de modo geral, a atividade de mergulho demanda grande gasto metabólico (fadiga física), potencializa a hipercapnia (maior produção e retenção de gás carbônico), a desidratação (perda líquida aumentada pela diurese e respiração), a hipotermia (perda calórica maior), maior sobrecarga cardiocirculatória e respiratória (condição hiperbárica).

3.12.7 ADAPTAÇÃO AO AMBIENTE AQUÁTICO

3.12.7.1 Os seres humanos não estão adaptados à vida subaquática. O mover-se fora d'água é familiar e confortável, por estar adaptado ao meio aéreo. Sob a água, se está num mundo novo, onde a visão, audição, manutenção do calor e movimentação são diferentes. Isto ocorre porque a água é 800 vezes mais densa do que o ar, afetando a luz, sons e calor de uma forma a qual o ser humano não está acostumado.

3.12.7.2 Visão Subaquática

3.12.7.2.1 Para enxergar claramente sob a água, é preciso de uma máscara, pois o olho humano não consegue focalizar sem um espaço aéreo à sua frente. A máscara providencia este espaço aéreo, sem ela, é possível ver objetos grandes, mas borrados e indistintos, porque o olho não conseguirá fazer com que os

raios de luz façam um ponto focal.

3.12.7.2.2 A luz viaja na água a uma velocidade diferente do ar. Quando esta passa da água para o ar, na máscara, a mudança de velocidade causa um pequeno desvio no ângulo dos raios luminosos. Isto causa o efeito da magnificência (aumento), onde os objetos, sob a água, parecem 25% maiores e mais próximos. A água tem outros efeitos sobre a luz. Quando o mergulhador desce, há menos luz. Isto acontece devido a vários fatores; alguns raios são refletidos pela superfície da água, alguns espalhados por partículas na água e, alguns absorvidos pela própria água. Porém, a água não absorve a luz uniformemente.

3.12.7.2.3 Por exemplo, a luz solar, é composta de várias cores misturadas. As cores são absorvidas uma a uma com o aumento da profundidade; primeiro o vermelho, seguindo o laranja e amarelo. Por isto águas mais profundas são mais escuras e menos coloridas. Objetos vermelhos, laranjas e amarelos apresentam ser marrons, cinzas ou pretos. Para enxergar as cores reais, é necessário lanternas subaquáticas.

3.12.7.3 Audição subaquática: o ambiente subaquático não é silencioso. O som se propaga mais intensa e rapidamente (4 vezes mais rápido) na água do que no ar, por isto é possível ouvir coisas que estão muito mais longe, do que fora da água. Outra consequência é ter dificuldades em determinar a direção do som, visto que a percepção de direção existe pela diferença de tempo que os dois ouvidos escutam o mesmo som. Sob a água, há a sensação do mesmo som vir de todas as direções, ao mesmo tempo.

3.12.7.4 Perda de calor na água: no ambiente aéreo, o corpo perde calor através da pele para o ar, quando o calor é levado por correntes de ar ou pela transpiração, que esfria a pele através da evaporação. A água remove o calor corporal aproximadamente 20 vezes mais rápido que o ar. Isto mostra porque, numa dada temperatura, a água tem um efeito refrigerante muito maior que o ar.

3.12.7.5 Movimentação na água: devido a alta densidade da água em comparação com o ar, sua resistência ao movimento também é muito maior. A melhor forma de conservar energia e vencer esta resistência, no mergulho, é se movimentar em ritmo lento e na posição horizontal.

CAPÍTULO IV
ACIDENTES DE MERGULHO

4.1 CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO

4.1.1 CONCEITO

- São acidentes de mergulho aqueles relativos à própria atividade.

4.1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ACIDENTES DE MERGULHO

4.1.2.1 Causados por efeito direto da pressão: os barotraumas; e a síndrome de hipertensão pulmonar ou hiperexpansão pulmonar.

4.1.2.2 Causados por efeito indireto da pressão: os bioquímicos; e os biofísicos.

4.1.2.2.1 Os bioquímicos: as intoxicações por diversos gases; e o apagamento.

4.1.2.2.2 Os biofísicos: a doença descompressiva.

4.1.2.3 Os ocasionados pelo meio ambiente submarino: as lesões ocasionadas por seres marinhos perigosos ao homem; o afogamento; e os acidentes por efeito térmico.

4.2 ACIDENTES CAUSADOS PELA VARIAÇÃO DA PRESSÃO NO AMBIENTE

4.2.1 Barotraumas: ocorrem em função da Lei de Boyle, que determina uma variação volumétrica do gás contido nos órgãos ocos existentes no organismo, em função da variação de pressão a que um mergulhador está exposto, durante a atividade de mergulho.

4.2.2 Para que um barotrauma ocorra, há necessidade de ocorrência simultânea de quatro circunstâncias.

4.2.2.1 Variação da pressão: ocorre durante o desempenho da atividade de mergulho.

4.2.2.2 Órgão contendo ar. (Ex: aparelho auditivo, seios da face e pulmões).

4.2.2.3 Paredes rígidas dos órgãos contendo ar. (Ex: Ouvido médio).

4.2.2.4 Inexistência de comunicação dos órgãos que contém ar com o meio exterior.

4.2.3 Tipos de barotraumas: orelha externa; orelha média; orelha interna; sinusal (seios da face); dental; facial ou de máscara; pulmonar ou torácico; cutâneo; e corporal ou total.

4.2.3.1 Barotrauma de Orelha Externa

4.2.3.1.1 Ocorre quando acontece a obstrução do ouvido externo por tampões de borracha, cerume, capuzes muito justos, que vão ocasionar um desequilíbrio de pressões. Geralmente ocorre na subida do mergulhador (Fig 25).



Fig 25 - Anatomia da orelha

4.2.3.1.2 Sintomas: dor no conduto auditivo; edema do conduto; hiperemia do conduto; hematomas no conduto; hemorragia no conduto; e ruptura de membrana timpânica.

4.2.3.1.3 Tratamento e Profilaxia: interromper o mergulho; curativos secos; analgésicos; e retirada de rolhas de cerúmen por pessoal qualificado.

4.2.3.2 Barotrauma de Orelha Média

4.2.3.2.1 Os ouvidos possuem uma região atrás do tímpano, chamada de ouvido médio, que está cheia de ar para funcionar como uma caixa acústica, com espaço para a vibração da membrana do tímpano. Justamente por ser recheada de ar, está região é vulnerável a variação de pressão. À medida que o mergulhador afunda, a pressão da água aumenta e empurra o tímpano para dentro, provocando dor; se o mergulhador não tomar nenhuma atitude, o tímpano poderá se romper, causando barotrauma do ouvido médio. Para evitar esse tipo de acidente, o mergulhador realiza Manobra de Valsalva, assim chamada por ter sido descrita por um fisiologista italiano com esse nome: pinça-se o nariz com dois dedos, mantém-se a boca fechada e expira-se com um pouco de força. Sem opção de

saída, o ar caminha pela trompa de Eustáquio, canal membranoso que liga o ouvido à garganta, e chega ao ouvido médio, preenchendo a cavidade e igualando a pressão de dentro com a de fora. Caso a operação seja mal feita o tímpano pode se romper, o que só uma delicada cirurgia resolve (Fig 26).

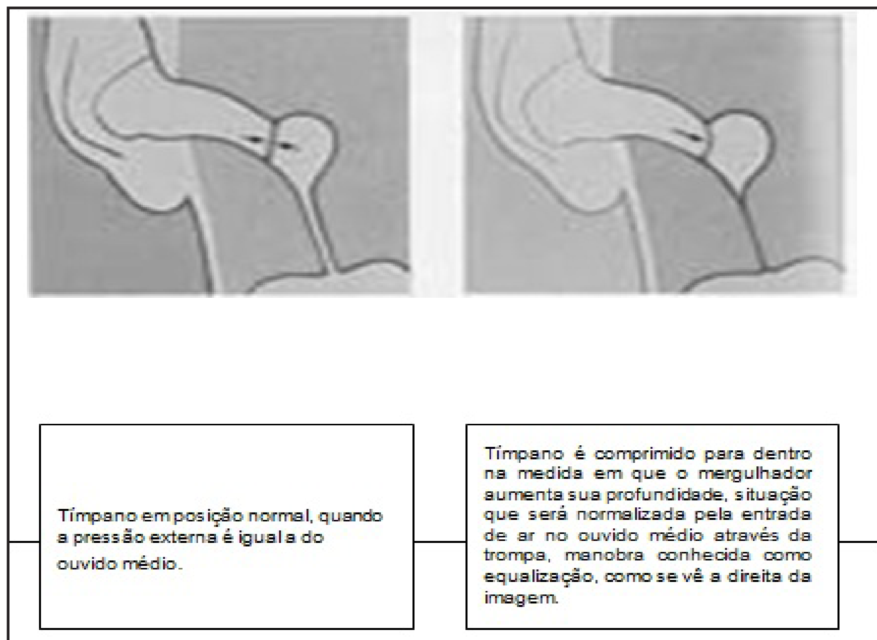


Fig 26 - Barotrauma de Orelha Média

4.2.3.2.2 O excesso de pressão, sem a equalização apropriada, será seguido de dor e mesmo ruptura do tímpano, entrando água fria no ouvido médio (Fig 27). A diminuição súbita da temperatura do ouvido interno poderá provocar a perda do sentido de equilíbrio e desorientação do mergulhador. Outra situação que pode provocar a ruptura de tímpano é uma pressão exagerada na tentativa de equalização (usualmente a Manobra de Valsalva).

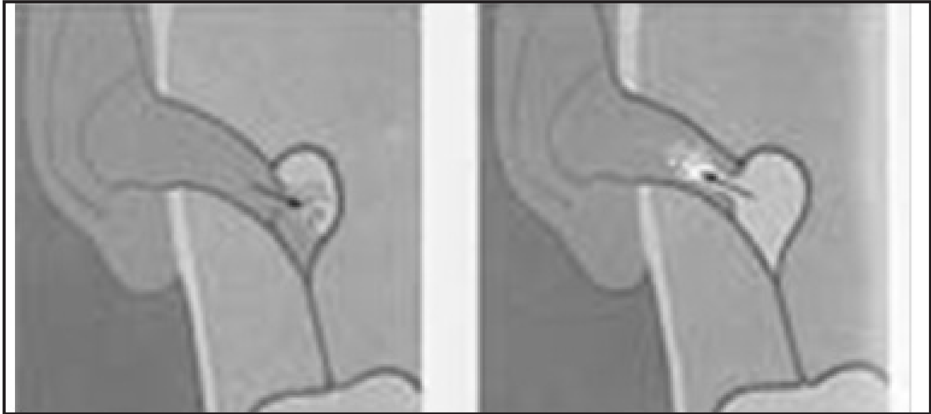


Fig 27 - Rompimento do tímpano

4.2.3.2.3 Nos casos de severidade moderada existe deslocamento da mucosa que reveste internamente o ouvido médio e consequente sangramento. Nos casos mais graves, ocorre ruptura da membrana timpânica. Quando isso acontece, a penetração de água fria no ouvido médio pode estimular os canais semicirculares, produzindo um quadro de fortes tonteiras e desorientação espacial, com risco de morte do mergulhador por afogamento, devido à dificuldade de retorno a superfície (Tab 5).

Fatores que predispõe ao Barotrauma de Orelha Média	Velocidade de mergulho (subida e descida)
	Proximidade da superfície
	Hábito e treinamento
	Fatores psicoemocionais
	Infecção das vias aéreas superiores
	Tecido linfoide intratubário
	Desvio de septo nasal
	Pólipos

Tab 5 - Fatores que predispõe ao Barotrauma de Orelha Média

4.2.3.2.4 Sintomas: diminuição da audição, dor, secreção nasal sanguinolenta, em caso de ruptura timpânica.

4.2.3.2.5 Tratamento: suspensão das atividades de mergulho por tempo variável, dependendo da gravidade do acidente (nos casos leves e moderados 2 a 15 dias; nos casos graves acompanhados de ruptura timpânica 1 a 3 meses),

uso de analgésicos e tratamento da causa base que conduziu a obstrução da Trompa de Eustáquio.

4.2.3.3 Barotrauma de Orelha Interna

4.2.3.3.1 Este barotrauma constitui-se em um acidente grave, se não for corretamente identificado e tratado. Ocorre devido à diferença de pressão entre a orelha média e a orelha interna, devido à dificuldade de equalização das pressões na orelha média, por obstrução da Trompa de Eustáquio. A diferença de pressão produz ruptura da janela redonda ou da janela oval, com perda de líquidos (perilinfa) da orelha interna, para a orelha média (fístula-perilinfática). Existem basicamente duas formas de produção deste barotrauma.

4.2.3.3.2 Explosão: neste mecanismo, o mergulhador, encontrando, durante a descida, dificuldade para compensar a orelha média, executa, erroneamente, uma Manobra de Valsalva com grande esforço e longa duração. A pressão aumentada no meio líquido do ouvido interno, não sendo equilibrada por um incremento de pressão na orelha média, conduz a uma ruptura da janela redonda ou oval, com perda de perilinfa.

4.2.3.3.3 Implosão: o mergulhador, a partir da mesma execução errônea da Manobra de Valsalva, com grande esforço e por tempo prolongado, após algum tempo, consegue vencer a obstrução existente na Trompa de Eustáquio, o que provoca uma súbita onda de pressão que rompe a janela oval ou redonda, com consequente produção de uma fístula-perilinfática.

4.2.3.3.4 Sintomas: dor, zumbidos, diminuição da audição, tonteira e náuseas de longa duração.

4.2.3.3.5 Tratamento: repouso absoluto, no leito com a cabeceira elevada. Uso de antitussígenos, laxantes, antibióticos e cirurgia.

4.2.3.4 Barotrauma Sinusal (Seios da Face)

4.2.3.4.1 Os ossos do crânio possuem cavidades naturais denominadas seios (cavidades) da face ou seios sinusais. Os principais são os seios frontais, etmoidal, maxilares e esfenoidal. Estas cavidades aéreas dos ossos do crânio também devem ser compensadas quando ocorre variação de pressão. Existem comunicações entre seu interior e a nasofaringe. Caso estejam obstruídas (por secreção), poderá haver dificuldade em equalizar a pressão em seu interior quando a pressão externa variar, provocando dores locais e mesmo hemorragias (Fig 28).

4.2.3.4.2 A comunicação interna do nariz com as vias áreas se dá pela nasofaringe, cavidade revestida de mucosa especial (em vermelho) e dobras especiais (cornetos), que causam turbulência no ar inspirado, auxiliando na retenção de partículas e bactérias. Um barotrauma sinusal mal tratado pode evoluir para uma sinusite crônica.

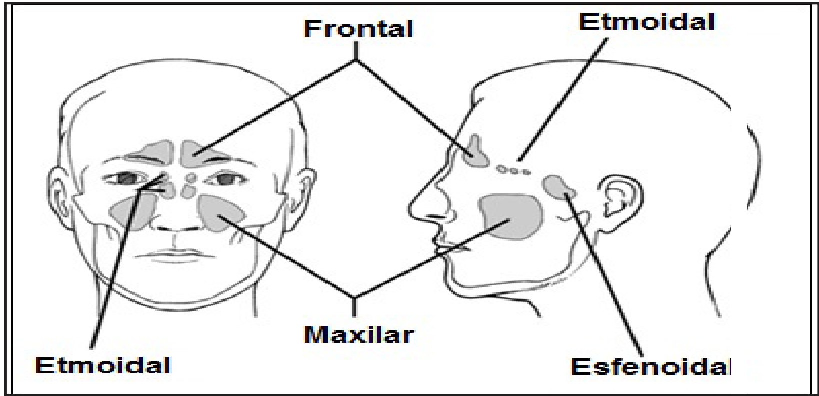


Fig 28 - Seios da face

4.2.3.4.3 Sintomas: sangramento nasal, dor na região do seio da face acometido (região frontal, abaixo do(s) olho(s) próximo ao nariz).

4.2.3.4.4 Tratamento: afastamento do mergulho por até 15 dias, compressas de gelo, uso de descongestionantes sistêmicos, analgésicos e inalação de vapor d'água.

4.2.3.5 Barotrauma Dental

4.2.3.5.1 O barotrauma dental acontece em geral em dente já obturado, no qual incide uma infiltração com consequente formação de cavidade contendo ar. Na descida, não havendo equalização entre a pressão do ar existente no interior do dente, e a pressão externa crescente, ocorre o barotrauma (Fig 29).

4.2.3.5.2 Sintomas: dor na região do dente acometido.

4.2.3.5.3 Tratamento: reobturar o dente que apresenta problemas.

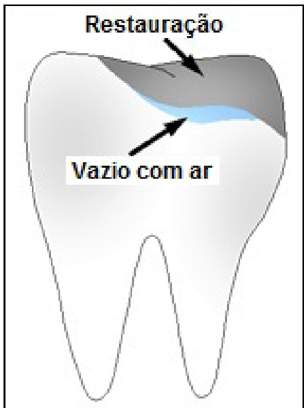


Fig 29 - Barotrauma dental

4.2.3.6 Barotrauma de Máscara ou Facial

4.2.3.6.1 Durante a descida, o mergulhador, utilizando máscara de mergulho, terá de compensar a diminuição do volume de ar exalando pelo nariz. A não realização deste procedimento irá determinar o barotrauma facial, pois a compressão máxima do ar dentro da máscara acarretará a sucção da pele e da mucosa, geralmente dos olhos.

4.2.3.6.2 Sintomas: hemorragia conjuntival, edema e equimose periorbital.

4.2.3.6.3 Tratamento: compressas frias, tratamento especializado, conduzido por oftalmologista, nos casos mais graves.

4.2.3.7 Barotrauma Torácico ou Pulmonar

4.2.3.7.1 Para entender este conceito, precisa-se saber, primeiro, que jamais se consegue esvaziar totalmente os pulmões. Quando se exala tudo, sempre fica um "volume residual" que, didaticamente, considera-se como sendo de 1 litro. Esse ar residual é o responsável pela manutenção da menor pressão interna possível nos pulmões.

4.2.3.7.2 Considera-se que a capacidade pulmonar humana seja de 5 litros (para efeito de segurança de cálculo)(Tab 6).

Profundidade (em metros)	Pressão (em atm)	Volume Pulmonar (em litros)
0 m	1	5
10 m	2	2,5
20 m	3	1,66
30 m	4	1,25
40 m	5	1

Tab 6 - Relação Volume Pulmonar x Pressão

4.2.3.7.3 Ao atingir-se a profundidade de 40 metros, num mergulho em apneia, o volume pulmonar estará igual ao valor do volume do ar residual. Como citado anteriormente, este valor de 1 litro é o que oferece a menor pressão interna para que as paredes pulmonares não venham a se fechar contra si mesmas. Um valor menor que esse ocasionaria um grave acidente que é chamado de barotrauma pulmonar total. E se ultrapassar os quarenta metros, em apneia, isso pode ocorrer. Portanto, pode-se dizer que, para o ser humano, de uma maneira geral, o limite de profundidade/segurança recomendada para essa modalidade seria na faixa dos 35 metros.

4.2.3.7.4 Sintomas: dor torácica crescente, queimação retroesternal, dispnéia, tosse com produção muco-sanguinolento e edema agudo de pulmão .

4.2.3.7.5 Tratamento: encerrar o mergulho, administrar O_2 e remover o mergulhador para o serviço médico de emergência mais próximo.

4.2.3.8 Barotrauma Cutâneo

4.2.3.8.1 É causado pela compressão de uma bolha de ar aprisionada na roupa seca do mergulhador, quando ela está muito justa. Esta bolha localiza-se, na maioria das vezes, nas regiões de dobras (joelhos e cotovelos), produzindo lesões cutâneas nestes locais, por um mecanismo de sucção, em virtude da dificuldade de equalizar as pressões.

4.2.3.8.2 Sintomas: equimose na região anterior do cotovelo e posterior do joelho.

4.2.3.8.3 Tratamento: não há

4.2.3.9 Paralisia Facial

4.2.3.9.1 Em um pequeno número de indivíduos, o nervo facial, quando atravessa o osso temporal, está exposto à pressão existente no ouvido médio. Se o mergulhador, com estas características, apresentar dificuldades de equalizar na subida, irá comprometer a vascularização do nervo facial, pelo aumento da pressão dentro do ouvido médio, o que resultará numa paralisia facial.

4.2.3.9.2 Sintomas: paralisia facial com melhora espontânea com duração variável entre 5 e 15 minutos.

4.2.3.9.3 Tratamento: tratar causa base.

4.2.3.10 Vertigem Alternobárica

4.2.3.10.1 A vertigem alternobárica ocorre em mergulhadores que apresentam dificuldade para compensar o ouvido médio, devido à obstrução da Trompa de Eustáquio por secreção, na maioria das vezes associada a resfriados. Este fenômeno incide mais comumente na subida e sua causa real é desconhecida.

4.2.3.10.2 Sintomas: tonteira de curta duração, geralmente inferior a um minuto, náuseas e nistagmo.

4.2.3.10.3 Tratamento: não há, a remissão do quadro clínico é espontânea, devendo-se tratar a causa base (resfriado comum).

4.3 ACIDENTES CAUSADOS POR EFEITOS BIOQUÍMICOS

4.3.1 NARCOSE PELO NITROGÊNIO (N_2)

4.3.1.1 O nitrogênio, gás inerte que faz parte da composição do ar, produz, quando inalado sob pressão, um efeito narcótico anestésico, traduzido por um conjunto de sinais e sintomas similares à intoxicação causado pelo álcool (embriaguez alcoólica).

4.3.1.2 Este gás é bastante solúvel em gorduras (lipossolúvel) e sob pressão dissolve-se na membrana citoplasmática dos neurônios, que é muito gordurosa, provocando o aumento de sua espessura, que interfere na transferência de impulsos nervosos, de natureza elétrica, entre os neurônios. Este efeito parece estar relacionado com o alto peso molecular do nitrogênio (28), não sendo observado quando se emprega o hélio (peso molecular igual a 7). É absorvível na faixa dos 30 aos 50 m de profundidade, dependendo da susceptibilidade individual.

4.3.1.3 Fatores predisponentes: retenção de CO_2, ingestão prévia de álcool e cansaço excessivo.

4.3.1.4 Sintomas: euforia; sensação de bem-estar e autoconfiança; sensação de leveza na cabeça; dormência periférica; reflexos diminuídos; prejuízo no julgamento de decisões; perda da memória; progressiva depressão sensorial; alucinações; coma; e inconsciência.

4.3.1.5 Esta sintomatologia se instala rapidamente, assim que o mergulhador chega à profundidade na qual apresenta a sintomatologia. Existe, até certo ponto, aclimatação ao quadro clínico, com diminuição da interferência na capacidade laborativa em médio prazo.

4.3.1.6 Tratamento: a reversão de um quadro de Narcose é instantânea, sem sintomas residuais (“ressaca”) quando o mergulhador, ao diminuir a profundidade do mergulho, diminui a pressão parcial do nitrogênio respirado.

4.3.2 INTOXICAÇÕES PELO OXIGÊNIO (O_2)

4.3.2.1 O oxigênio é um gás indispensável para a vida, necessário para que se processe, a nível celular, a oxidação dos “combustíveis” humanos, que são os elementos mais simples obtidos da alimentação, tais como açúcares e gorduras simples em primeira opção e, em último caso, aminoácidos, que são constituintes das proteínas. Esta metabolização gerará energia, que permitirá o funcionamento normal do organismo. Apesar da importância do O_2, este é um gás bastante instável. Suas moléculas estão frequentemente se quebrando, dando origem aos chamados radicais livres, nocivos às células. Normalmente, o organismo humano possui enzimas que neutralizam estes radicais, mas uma pressão elevada de oxigênio irá gerar uma elevada quantidade de radicais livres, acima da capacidade do organismo neutralizá-las, ocorrendo, assim, a intoxicação que afeta o SNC e o aparelho respiratório.

4.3.2.2 Intoxicação Neurológica: este tipo de intoxicação se dá quando o mergulhador respira o oxigênio com uma pressão parcial (PP) superior a 1,6 ATA. No entanto, apesar de possível, é pouco provável a ocorrência de intoxicação quando se emprega o O_2 a esta pressão, sendo este fenômeno mais comumente visto quando o O_2 é utilizado acima de 2,5 a 3 ATA. Existem tabelas da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) que indicam o tempo máximo

que se pode respirar o O_2 sob determinadas pressões, sem risco de intoxicação. Por exemplo, a 1,6 ATA, o tempo máximo é de 45min, e o limite diário é de 150min.

4.3.2.2.1 Sintomas: na forma neurológica da intoxicação pelo O_2, é possível observar sinais que são memorizados através do emprego mnemônico, CONVANTIT (Tab 7).

CON	Convulsão
V	Sintomas visuais, principalmente visão em túnel
A	Sintomas auditivos, principalmente zumbidos
N	Náuseas
T	Tonteiras
I	Irritabilidade, melancolia, apatia, euforia
T	Tremores, principalmente de músculos peribucais e dorso da mão

Tab 7 - Sintomas de intoxicação por O_2

4.3.2.2.2 Estes sintomas são relativamente benignos e podem preceder crises convulsivas, mas não necessariamente. Um mergulhador pode apresentar convulsões como único sintoma de intoxicação do SNC pelo O_2.

4.3.2.2.3 Tratamento: reduzir a pressão parcial deste gás na mistura respiratória utilizada. No caso do O_2 estar sendo administrado através de máscara, durante um tratamento hiperbárico, deve-se retirá-la imediatamente do rosto do paciente, que passa a respirar O_2 em uma pressão parcial muito inferior a anteriormente utilizada. Na forma neurológica isto é o suficiente para que os sintomas cessem em 1 a 2 minutos.

4.3.2.3 Intoxicação Pulmonar: na forma pulmonar da intoxicação pelo oxigênio, o mergulhador se expõe a uma Pressão Parcial de oxigênio (PPO^2) superior a 0,5 ATA, por um período de tempo longo, normalmente superior a 12/16 horas.

4.3.2.3.1 Fatores predisponentes: exercícios físicos, retenção de CO_2, febre, idade (os mais velhos são mais predispostos).

4.3.2.3.2 Sintomas: observa-se como sintomas iniciais, uma dor ou desconforto torácico ao final de uma inspiração profunda. Esta dor ou desconforto evolui para uma queimação e aparecimento de tosse, após uma inspiração; nos casos mais avançados, a tosse pode ficar incontrolável, vindo, a seguir, dificuldade em respirar e eliminação de catarro sanguinolento.

4.3.2.3.3 Tratamento: similar ao tratamento da forma neurológica da intoxicação pelo oxigênio. Nos casos simples da forma pulmonar, os sintomas, com a providência de reduzir-se a PPO_2 inspirada, regridem em horas. Nos casos mais

avançados, sintomas tais como a tosse respiratória e a inspiração dolorosa podem demorar dias para desaparecerem.

4.3.3 INTOXICAÇÃO PELO CO_2 (HIPERCAPNIA)

4.3.3.1 Na atividade de mergulho utilizando ar ou outra mistura respiratória sob pressão, a realização de exercícios físicos, com aumento da produção de CO_2, e a dificuldade de sua eliminação, em virtude da resistência oferecida pelo equipamento, que fornece o gás respirado, existe uma predisposição à intoxicação pelo CO_2. Este acidente é mais comum quando observado em mergulhadores de combate que empregam o equipamento de circuito fechado, com a utilização de absorvente de CO_2, como o mais comumente utilizado, o Hidróxido de Cálcio (cal sodada). Este composto químico, quando se molha ou tem sua capacidade de absorção de CO_2 esgotada, não mais retém este gás, permitindo sua reinalação pelo mergulhador.

4.3.3.2 Em mergulho dependente, o CO_2 pode ficar aprisionado dentro da roupa e do capacete do mergulhador, se a ventilação não estiver sendo executada apropriadamente, e o mergulhador estiver realizando trabalho pesado, com consequente aumento de sua produção.

4.3.3.3 No mergulho autônomo, uma manobra perigosa utilizada para aumentar a autonomia do *aqua-lung* e consequentemente, o tempo de mergulho, é a hipoventilação voluntária, que consiste num esforço voluntário para reduzir a ventilação. Essa conduta aumenta a possibilidade de intoxicação pelo CO_2 e predispõe a doença descompressiva, narcose pelo nitrogênio (N_2) e a intoxicação pelo oxigênio (O_2).

4.3.3.4 Sintomas: respiração curta e acelerada, sensação de sufocação, taquicardia, frio ou calor excessivo, salivação excessiva, cefaleia leve a moderada, tonteira ou sensação de leveza da cabeça, sudorese, progressiva confusão mental, perda da consciência.

4.3.3.5 Tratamento: abortar o mergulho, respirar ar puro. No emprego de equipamento de circuito fechado, passar para circuito aberto. Os sintomas regridem rapidamente com a normalização da $PPCO_2$ sanguínea, podendo perdurar a cefaleia, a tonteira e a hipotensão, que devem ser tratadas sintomaticamente.

4.3.4 INTOXICAÇÃO POR MONÓXIDO DE CARBONO (CO) E GÁS SULFÍDRICO (H_2S)

4.3.4.1 O CO e o H_2S são gases insípidos, inodoros e incolores, exceto pelo fato do gás sulfídrico apresentar, em baixas concentrações, odor de ovo podre. As moléculas destes gases combinam-se de modo irreversível com a hemoglobina existente nos glóbulos vermelhos, impedindo o transporte do Oxigênio por estas células, produzindo um quadro clínico de anemia.

4.3.4.2 Fontes de CO e H_2S na atividade de mergulho: o CO se origina de quei-

ma de gasolina, nos motores de combustão interna, o que poluirá o ar que está sendo aspirado pelo compressor, e da queima de óleo lubrificante em compressores defeituosos. O H_2S é originário da decomposição orgânica, tais como de seres vivos que vivem aderidos na parte submersas dos cascos de navios.

4.3.4.3 Sintomas: cefaleia, principalmente na região temporal, náusea, falta de ar desencadeada pelo esforço, confusão mental, inconsciência e morte.

4.3.4.4 Tratamento: o tratamento nos casos graves é de suporte de vida, no qual entre outras medidas, se garante uma adequada ventilação do acidentado. Pacientes com intoxicação leve pelo CO e H_2S, apresentando somente cefaleia, são tratados com administração de O_2 a 1 ATA.

4.3.5 HIPÓXIA (APAGAMENTO)

4.3.5.1 O apagamento é o acidente que conduz ao maior número de mortes nas atividades de mergulho, quando se inclui o mergulho livre nesta atividade. Nada mais é do que a perda da consciência debaixo d'água, conduzindo a morte por afogamento. Para entender este acidente é necessário rever a fisiologia do controle de respiração.

4.3.5.2 Existe, normalmente, uma correspondência inversa entre CO_2 e O_2 sanguíneo, de maneira que, a uma $PPCO_2$ elevada corresponde uma PPO_2 baixa e vice-versa. Quando a $PPCO_2$ aumenta no sangue, à custa do processo metabólico normal, o centro respiratório, localizado no bulbo (na base do crânio), determina a contração de determinados músculos, principalmente do diafragma, o que promove o alargamento da caixa torácica. O aumento do volume pulmonar produz uma aspiração de ar ambiente (inspiração), que terá como resultado a oxigenação sanguínea, com concomitante eliminação do CO_2 do sangue, através dos alvéolos pulmonares e trato respiratório, na expiração.

4.3.5.3 O Apagamento no Mergulho Livre Ocorre em Duas Situações.

4.3.5.3.1 Na primeira, o mergulhador executa manobras de hiperventilação, convicto que está aumentando a oxigenação do sangue. Na verdade, a série de rápidas e curtas inspirações e expirações conduz a uma baixa acentuada da PPCO2 sanguínea, sem o equivalente aumento da PPO_2 no sangue. Com isto, à correspondência inversa entre esses dois gases é alterada; o mergulho é iniciado com uma $PPCO_2$ abaixo da mínima $PPCO_2$ observada ao cabo de uma única inspiração profunda, seguida da apneia propriamente dita. Isto permitirá ao mergulhador um tempo maior de permanência no fundo, até o instante em que a $PPCO_2$ elevada estimulará o centro respiratório, induzindo à ativação da respiração e proporcionando a sensação de mal estar e ansiedade, própria da apneia demorada. Neste ponto o O_2 terá sido consumido a um ponto crítico e, à medida que o mergulhador retorna a superfície, observar-se-á uma redução da PPO_2 acelerada, proporcional à rápida redução da pressão circundante. Neste ponto, o mergulhador sofrerá uma hipóxia cerebral aguda, incompatível com a manutenção da consciência, vindo a apagar.

4.3.5.3.2 O segundo mecanismo de apagamento relaciona-se com indivíduos que possuem larga experiência em mergulho livre, normalmente praticantes de caça submarina que, altamente motivados para prolongar sua permanência debaixo d'água, como ocorre comumente durante sua participação em campeonatos de caça submarina, postergam ao máximo o momento de interromper o mergulho e retornar a superfície. Nesta situação, o consumo de O_2 pelo organismo, abaixo do ponto necessário para manter-se o nível da consciência, determinará o apagamento.

4.3.5.4 Tratamento: o apagamento simples, não seguido de afogamento, é revertido quando o mergulhador é retirado prontamente da água e passa a respirar ar puro. Em casos de afogamento, será mais complexo.

4.4 ACIDENTES CAUSADOS PELA TEMPERATURA

4.4.1 HIPOTERMIA

4.4.1.1 Apesar da maior parte dos mergulhos executados ocorrerem em águas quentes ou, pelo menos, não muito frias, devido à predominância do clima tropical no Brasil, deve-se estar alerta para o fenômeno da hipotermia, que pode afetar seriamente a performance do mergulhador e mesmo, em casos extremos, ser fatal.

4.4.1.2 A hipotermia predispõe a doença descompressiva (DD). Durante o desempenho da atividade de mergulho, perde-se calor através da pele, por três mecanismo: por convecção, por radiação e por condução. Deve-se ainda considerar as perdas hídricas por via pulmonar, maiores durante o mergulho, devido à secura da mistura respiratória. O organismo, para diminuir a perda de calor, produz tremores e vasoconstrição, principalmente da circulação periférica. Esta, no entanto, é limitada na cabeça, pescoço, oco dos cotovelos, parte lateral do tronco, axilas e virilhas. Os calafrios e tremores alcançam o seu nível máximo quando a temperatura do corpo cai para 35ºC, havendo cessação deles quando esta alcança 32.2ºC ou menos.

4.4.1.3 Sintomas: sensação de frio, confusão mental, perda da coordenação motora, tremores, fala arrastada, perda da memória, alucinações, indiferença, parada cardiorespiratória.

4.4.1.4 Tratamento: proteger o mergulhador do frio e do vento, evitando movimentos bruscos, utilizar cobertores, sauna seca, ou imersão a temperatura da água entre 40 e 43.3ºC e os membros fora da água, oferecer bebidas quentes não alcoólicas (café, chocolate). Nos casos mais graves, o mergulhador necessitará de tratamento em regime de internação para realização de exames de sangue, eletrocardiograma (ECG), hidratação venosa e reaquecimento interno.

CAPÍTULO V
EMERGÊNCIA DE MERGULHO

5.1 HIPEREXPANSÃO PULMONAR E DOENÇA DESCOMPRESSIVA (DD)

5.1.1 As lesões por hiperexpansão pulmonar e DD são as duas principais graves lesões relacionadas à pressão. É necessário saber identificar os diferentes tipos de lesões que a hiperexpansão pulmonar pode causar e saber diferenciá-las de uma DD.

5.1.2 Na prática, existe uma dificuldade em saber diferenciar as lesões por hiperexpansão pulmonar e DD, haja vista que os sintomas se sobrepõem, sem falar que os primeiros socorros são os mesmos. Dessa forma, na prática, geralmente é usado e usa o termo mal descompressivo (MD), que combina os dois tipos de lesões.

5.2 LESÕES POR HIPEREXPANSÃO PULMONAR

- Decorre do escape de ar dos alvéolos pela sua ruptura. Este acidente acontece quando o mergulhador está respirando ar ou outra mistura gasosa sob pressão em uma determinada profundidade e sobe sem exalar. O ar contido em seus alvéolos, obedecendo à Lei de Boyle, vai se expandindo à medida em que a pressão ambiente diminui, rompendo-os. Bolhas de ar passam então para o espaço intersticial, dissecando os tecidos pulmonares junto ao trajeto dos vasos sanguíneos e bronquíolos e saem dos pulmões, localizando-se no espaço mediastinal (pneumomediastino), daí sobem até a região do pescoço e da fossa supra clavicular (enfisemas subcutâneo). É a doença mais séria do mergulho causada pelo excesso de pressão nos pulmões.

5.2.1 EMBOLIA TRAUMÁTICA PELO AR (ETA), EMBOLIA AÉREA OU EMBOLIA GASOSA ARTERIAL (EGA).

5.2.1.1 ETA ocorre quando os alvéolos e os capilares pulmonares se rompem, introduzindo ar na corrente sanguínea arterial. As bolhas podem se dirigir para qualquer lugar e bloquear o fluxo sanguíneo. Subindo pelas artérias carótidas elas podem causar uma embolia gasosa arterial cerebral (EGAC). Os sinais e sintomas deste caso são muito parecidos com os de um acidente vascular cerebral grave (Fig 30).



Fig 30 - Alvéolos pulmonares

5.2.1.2 Causas :

- bolhas são levadas ao coração esquerdo e bombeadas para as artérias;

- bolhas se acumulam e bloqueiam a circulação dos vasos pequenos causando tampões;

- tecidos posteriores aos tampões ficam sem sangue (isquêmicos), tornando-se hipóxicos;

- danos e sintomas dependem do local e da extensão do bloqueio; e

- o mergulhador pode sentir desconforto retroesternal.

5.2.1.3 Sintomas: qualquer sinal ou sintoma neurológico, incluindo:

- tosse e dificuldade de respirar;

- sangramento na boca e no nariz (usualmente na cor rosa);

- perda do equilíbrio e náuseas;

- distúrbios de consciência;
- fraqueza, parestesia, paralisia;
- apenas dor (geralmente não é ETA);
- qualquer órgão pode ter embolia;
- artéria coronariana (dor torácica); e
- colapso e inconsciência dentro de 10 minutos na superfície.

5.2.1.4 Nos casos de pequeno volume de gás, o quadro pode passar despercebido, apresentando apenas um pequeno mal estar ou tonteiras. Quando o volume de gás é significativo, o mergulhador pode chegar à superfície com desorientação, náuseas, vômitos, tosse, dispneia e sinais neurológicos de leves a graves.

5.2.1.5 Diagnósticos:

- os sintomas normalmente surgem nos primeiros 10 minutos;
- início imediato;
- evolução súbita;
- comprometimento pulmonar; e
- neurológico alto e coronariano.

5.2.1.6 Prevenção: o Merg deve sempre exalar durante a subida e nunca prender a respiração.

5.2.1.7 Tratamento:

- recompressão imediata está indicada;
- fazer exame neurológico sem perda de tempo;
- se precisar transportar para uma câmara, fazê-lo deitado e administrar O_2 a 100% em máscara facial;
- reanimação cardiopulmonar (RCP) se necessário; e
- transportar o mais baixo possível, menos de 1000 pés do nível do mar.

5.2.2 ENFISEMA MEDIASTÍNICO.

5.2.2.1 Quando o ar de uma ruptura pulmonar se acumular no centro do peito sobre o coração, haverá um enfisema mediastínico (Fig 31).

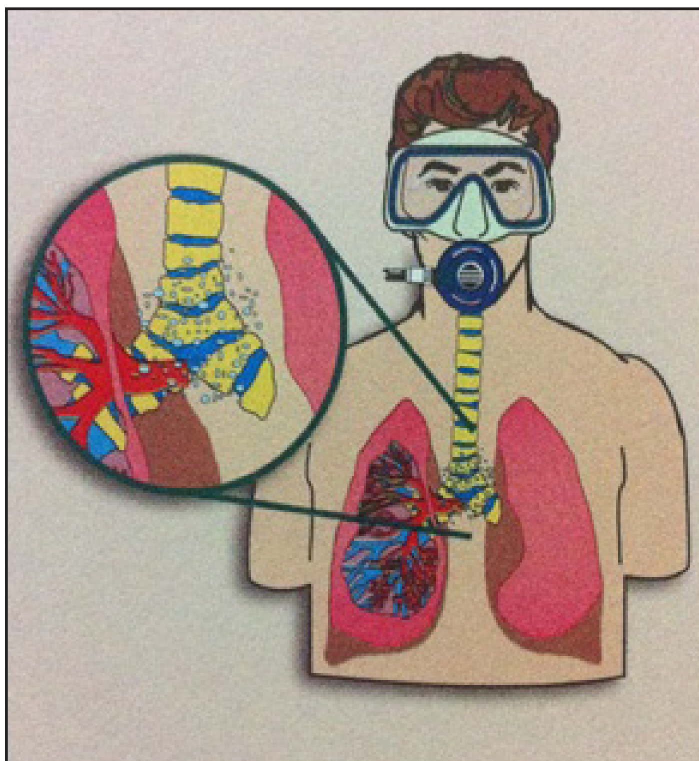


Fig 31 – Enfisema Mediastino

5.2.2.2 Sintomas:

- dor torácica retroesternal. A dor pode variar de intensidade, de um aperto a um incômodo moderado atrás do osso esternal, que piora ao realizar inspirações profundas, tossir ou engolir saliva;

- os sintomas geralmente não pioram com o tempo, porém deve-se afastar ETA; e

- fraqueza e falta de ar devido à pressão sobre o coração.

5.2.2.3 Tratamento:

- exame neurológico para afastar ETA;

- O_2 a 100% sob máscara facial; e

- avaliação de médico hiperbárico.

5.2.3 ENFISEMA SUBCUTÂNEO

5.2.3.1 Quando o ar de uma ruptura pulmonar se acumula nos tecidos moles da base dos pescoço, pode causar uma sensação de dilatação ao redor do pescoço, alterar a voz e causar crepitações (estalos) na pele quando tocada. Frequentemente acontece junto com o enfisema mediastínico (Fig 32).

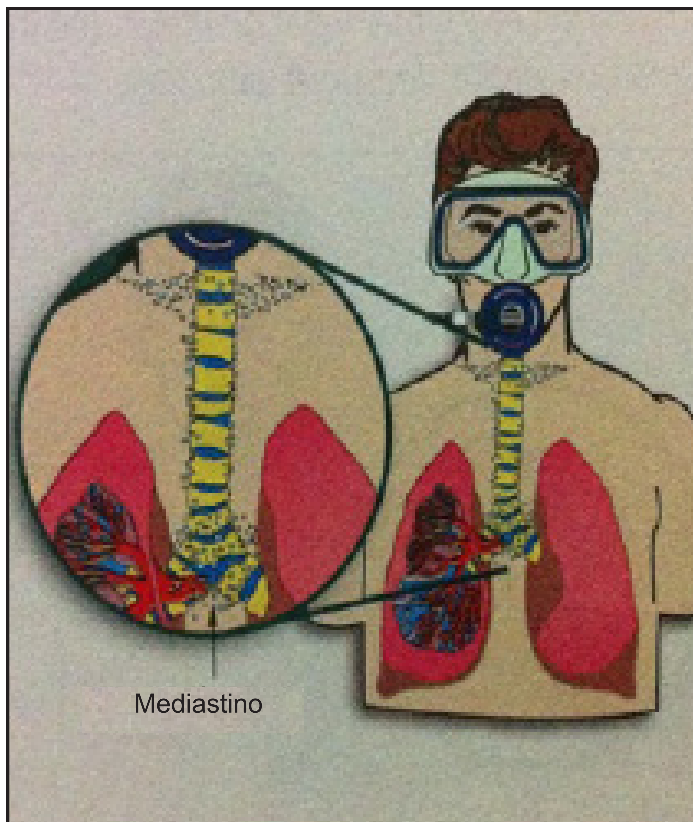


Fig 32 - Enfisema Subcutâneo

5.2.3.2 Sintomas:

- crepitação no subcutâneo do pescoço e fossa supra clavicular;

- pode ocorrer mudança do timbre da voz, devido à compressão das cordas vocais;

- pode haver sintomas de enfisema mediastinal; e

- pode ocorrer sensação de “cheio” em volta do pescoço e dificuldade de engolir.

5.2.3.3 Tratamento:

- exame neurológico para afastar ETA;
- O_2 a 100% sob máscara; e
- avaliação de médico hiperbárico.

5.2.4 PNEUMOTÓRAX

5.2.4.1 É a entrada de ar na pleura (membrana serosa que forra o tórax e envolve os pulmões). Este fenômeno que ocorre em cerca de 10% dos casos de hiperexpansão pulmonar (Fig 33). O início desta síndrome é caracterizado por dores agudas na região torácica, no lado acometido. Pneumotórax hipertensivo pode suceder se o mergulhador sofrer um pneumotórax simples e é recomprimido, devido à ocorrência de uma EGA, antes da drenagem cirúrgica do ar contido no espaço pleural. Na descompressão, o ar acarretará a compressão dos pulmões e do coração no lado afetado.

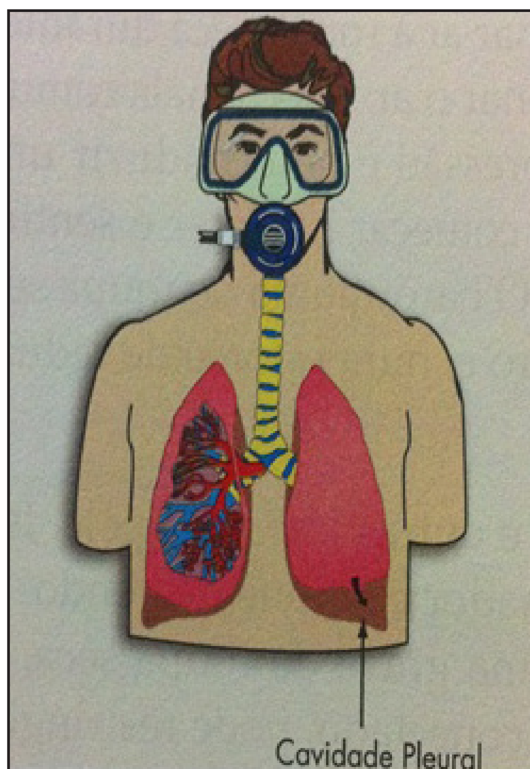


Fig 33 - Pneumotórax

5.2.4.2 Sintomas:

- cianose, aumento da frequência respiratória e hipotensão arterial; e

- observa-se diminuição dos movimentos respiratórios do lado afetado, percussão torácica com som de tambor e escuta pulmonar mostrando diminuição de ruídos respiratórios típicos. O raio-x do tórax evidencia a presença de ar no espaço pleural, podendo haver desvio de traqueia.

5.2.4.3 Tratamento

- Drenagem torácica fechada, que deve preceder a recompressão, na vigência simultânea de ETA e pneumotórax, para se evitar a ocorrência de pneumotórax hipertensivo.

5.3 DOENÇA DESCOMPRESSIVA (DD)

5.3.1 A causa primária é a formação de bolhas dentro dos tecidos e dos vasos sanguíneos, provocada por uma descompressão inadequada para o mergulho realizado. O crescimento destas bolhas dentro dos vasos sanguíneos bloqueará o fornecimento de ar para a região suprida pelo vaso em questão, a qual sofrerá danos irreversíveis dependendo da gravidade e do tratamento da doença.

5.3.2 É uma doença que aparece frequentemente entre os mergulhadores (principalmente os profissionais), e embora o índice de mortalidade seja baixo, o de morbilidade é muito alto (o mergulhador passa vários meses para se recuperar, e às vezes é de caráter permanente).

5.3.3 O primeiro estudo da descompressão foi feito por John Scott Haldane, em 1906 que teorizou que os tecidos corporais podiam suportar um determinado grau de supersaturação sem formação de bolhas. O método de Haldane consiste no conceito básico em que é estimado matematicamente a completa saturação de um tecido em uma dada profundidade ou pressão, e qual a máxima diminuição desta pressão (descompressão) sem que ocorra o surgimento de bolhas de gás inerte.

5.3.4 SINTOMAS

5.3.4.1 Os sintomas podem aparecer antes de o mergulhador chegar à superfície, no entanto cerca de metade dos casos aparece dentro de uma hora, podendo alguns casos variar entre 24 horas e 36 horas após o mergulho. São divididos em sintomas de DD leve ou tipo 1 e DD grave ou tipo 2 (Tab 8).

DD leve ou tipo 1	Dor nos ossos ou articulações
	cansaço excessivo para o esforço realizado no fundo
	coceira na pele
	ínguas
DD grave ou tipo 2	Forma neurológica (alta ou baixa)
	Forma cardiovascular
	Forma pulmonar
	Choque
	Qualquer manifestação do tipo 1 que apareça antes do mergulhador chegar à superfície

Tab 8 - Gravidade de Doenças Descompressivas (continuação)

5.3.4.2 Sintomas de DD Leve ou Tipo I: apresenta sintomas que não são considerados letais imediatamente ou que possam causar incapacidades físicas diretas de longa duração.

5.3.4.2.1 Dor osteoarticular: manifestação mais frequente, localizada geralmente em membros superiores e inferiores, ombro ou quadril. A dor aumenta gradativamente até ficar em níveis insuportáveis. Tratamento com analgésico e relaxantes musculares. O mergulhador só estará tratando a dor e não a causa real da doença (embolia). Por isso é muito importante o tratamento usando câmara de descompressão.

5.3.4.2.2 Cansaço anormal para o trabalho realizado durante o mergulho, que cessa, em geral, após algumas horas de descanso. É atribuído a pequenas bolhas na glândula suprarrenal.

5.3.4.2.3 Coceira: comum em mergulhos fundos e rápidos. Causada pela liberação do Nitrogênio diretamente através da pele para o meio ambiente.

5.3.4.2.4 Ínguas: cor e inchação dos gânglios linfáticos, causadas pela absorção das bolhas.

5.3.4.3 Sintomas de DD Grave ou Tipo II: qualquer DD com sinais e sintomas graves que possam ser letais ou debilitantes.

5.3.4.3.1 Forma Neurológica: pode apresentar-se de duas formas (Tab 9).

NEUROLÓGICA ALTA (Cérebro)	Distúrbios de consciência
	Náuseas e vômitos
	Fortes dores de cabeça
	Vertigens
	Distúrbios visuais
	Crises convulsivas
	Formigamento ou paralisia dos membros
NEUROLÓGICA BAIXA (Medula espinhal)	Formigamento que evolui para paralisia e perda de sensibilidade dos membros inferiores
	Dificuldade em andar
	Dificuldade em Urinar
	Impotência sexual

Tab 9 - Forma neurológica das DD

5.3.4.3.2 Forma Cardiovascular: dor de enfarte cardíaco, causado pelo bloqueio dos vasos coronarianos.

5.3.4.3.3 Forma Pulmonar: dor no peito, mal estar causado pela obstrução dos vasos sanguíneos pulmonares podendo causar enfarte e pequenas rupturas pulmonares.

5.3.5 TRATAMENTO E PRIMEIROS SOCORROS

5.3.5.1 Os primeiros socorros para a DD incluem administrar oxigênio a 100% para um mergulhador que esteja respirando normalmente e ventilações de socorro/RCP para um Merg que não respira.

5.3.5.2 O Merg deve permanecer deitado em uma superfície plana (um Merg que não respira deve estar deitado de costas para que possa ser feita a administração de ventilações de socorro e RCP; um Merg que respira deve ficar deitado numa posição confortável de lado ou de costas).

5.3.5.3 Monitorar as vias aéreas, a respiração e a circulação do Merg o tempo todo.

5.3.5.4 Transportar o paciente, tratar a causa e as consequências. Os dois primeiros procedimentos deverão ser realizados pelos presentes até a chegada de um médico hiperbárico. O último será realizado pelo profissional médico citado.

5.3.5.5 O tratamento da causa básica da DD é realizado em câmara de descompressão, utilizando as tabelas padrões de tratamento (1A, 2A, 3, 4, 5, 6), e tem como finalidade diminuir e dissolver as bolhas. Quanto mais rápido for dado início a esta fase, melhor o prognóstico do paciente.

5.3.5.6 O tratamento da consequência será realizado em hospitais, clínicas de reabilitação, etc., com supervisão de um médico hiperbárico.

5.3.6 PROFILAXIA

5.3.6.1 Seguir corretamente as tabelas de descompressão.

5.3.6.2 Manter a forma física.

5.3.6.3 Mergulhar com roupa de neoprene em águas frias. O frio diminui a circulação local, dificultando a eliminação do Nitrogênio dos tecidos, aumentando a possibilidade de causar DD.

5.3.6.4 Não se deve fazer força durante a descompressão pois o aumento do Gás Carbônico no organismo aumenta a possibilidade de DD.

5.3.6.5 Não fazer viagem aérea em helicópteros ou aviões com cabines não pressurizadas até 24 horas após o mergulho. Há casos citados em que o mergulhador, mesmo tendo realizado a descompressão correta, apresentou sintomas leves de DD durante uma viagem de avião logo após o seu mergulho.

5.3.6.6 Manter-se bem hidratado quando for mergulhar. A menor quantidade de fluidos prejudica a circulação, o que por sua vez altera o fluxo sanguíneo e a eliminação de nitrogênio.

5.3.6.7 Lesões ou doenças que alterem ou restrinjam a circulação, seja de modo amplo ou em alguma parte específica do corpo, tem um grande potencial de aumentar o risco teórico de uma DD.

5.3.7 DIFERENÇAS ENTRE EMBOLIA TRAUMÁTICA PELO AR (ETA) E DOENÇA DESCOMPRESSIVA (DD) (Tab 10).

	ETA	**DD**
Início	Súbito e imediato	Lento e tardio
Evolução	Rápida	Lenta e progressiva
Compartimentos predominante	Pulmonar e Neurológico Alto (Cérebro)	Ósteo articular e Neurológico baixo (Medula Espinhal)
Prognóstico	MAU	BOM

Tab 10 - Diferenças entre ETA e DD

CAPÍTULO VI
PRIMEIROS SOCORROS EM AFOGAMENTO

6.1 INTRODUÇÃO AO SALVAMENTO AQUÁTICO

6.1.1 Com o crescimento do número de pessoas que desfrutam do meio líquido, seja para o banho, a natação, a prática de esportes aquáticos, o transporte, ou mesmo para trabalho; em piscinas ou praias, tornou-se fundamental a orientação preventiva, no sentido de evitar acidente mais grave que pode ocorrer na água – o afogamento (Fig 34).

6.1.2 Infelizmente, o afogamento é muito comum no Brasil, e ocorre em sua maioria na frente de amigos e familiares que poderiam evitar ou ajudar, mas desconhecem inteiramente a maneira de reagir. O desconhecimento ou a imprudência são, muitas vezes, as causas principais destes acidentes na água. Sabe-se que mais de 70% das pessoas que se afogam nas praias brasileiras vivem fora da orla, e, portanto, não estão habituadas aos seus perigos e peculiaridades.

6.1.3 Não é na orla das praias de mar, e sim em águas doces onde ocorre o maior número de afogamentos com morte. É importante conhecer o perfil das vítimas e as razões que facilitam o afogamento, pois nestes dados serão baseados o planejamento mais adequado e as medidas de prevenção necessárias para cada área em particular.



Fig 34 - Exemplo de salvamento

6.1.4 As maiorias dos afogamentos ocorrem com pessoas jovens, saudáveis, com expectativa de vida de muitos anos, o que torna imperativo um atendimento

imediato, adequado e eficaz, que deve ser prestado pelo socorrista imediatamente após ou mesmo quando possível durante o acidente, ainda dentro da água. É fato, portanto que o atendimento pré-hospitalar a casos de afogamento é diferenciado de muitos outros, pois necessita que se inicie pelo socorro dentro da água. Este atendimento exige do socorrista algum conhecimento do meio aquático para que não se torne mais uma vítima.

6.2 DEFINIÇÃO DE AFOGAMENTO

- É a aspiração de líquido causada por submersão ou imersão. O termo aspiração refere-se à entrada de líquido nas vias aéreas (traqueia, brônquios ou pulmões), e não deve ser confundido com “engolir água”.

6.3 MECANISMOS DA LESÃO NO AFOGAMENTO

6.3.1 No afogamento, a função respiratória fica prejudicada pela entrada de líquido nas vias aéreas, interferindo na troca de oxigênio (O_2) - gás carbônico (CO_2) de duas formas principais.

6.3.1.1 Obstrução parcial ou completa das vias aéreas superiores por uma coluna de líquido, nos casos de submersão súbita (crianças e casos de afogamento secundário).

6.3.1.2 Pela aspiração gradativa de líquido até os alvéolos (a vítima luta para não aspirar).

6.3.2 Estes dois mecanismos de lesão provocam a diminuição ou abolição da passagem do O_2 para a circulação e do CO_2 para o meio externo, e serão maiores ou menores de acordo com a quantidade e a velocidade em que o líquido foi aspirado. Se o quadro de afogamento não for interrompido, esta redução de oxigênio levará a parada respiratória que, consequentemente em segundos ou poucos minutos, provocará a parada cardíaca.

6.3.3 Há alguns anos, pensava-se que os diferentes tipos de água produziam quadros de afogamento diferentes. Hoje, sabe-se que os afogamentos de água doce, mar ou salobra não necessitam de qualquer tratamento diferenciado entre si.

6.4 TIPOS DE ACIDENTES NA ÁGUA

6.4.1 SÍNDROME DE IMERSÃO

- A Hidrocussão ou Síndrome de Imersão (vulgarmente conhecida como “choque térmico”) é um acidente desencadeado por uma súbita exposição à água mais fria do que o corpo, levando a uma arritmia cardíaca que poderá acarretar a síncope ou a parada cardiorrespiratória (PCR). Parece que esta situação pode ser evitada se molhar a face e a nuca antes de mergulhar.

6.4.2 HIPOTERMIA

- A exposição da vítima à água fria reduz a temperatura normal do corpo humano, podendo levar a perda da consciência com afogamento secundário ou até uma arritmia cardíaca com parada cardíaca e consequente morte. Sabe-se que todas as vítimas afogadas têm hipotermia, mesmo aquelas afogadas em litoral tropical.

6.4.3 AFOGAMENTO

- Existem diversos tipos de classificação do afogamento.

6.4.3.1 Quanto ao Tipo de Água (importante para campanhas de prevenção):

- afogamento em água doce: piscinas, rios, lagos ou tanques;

- afogamento em água salgada: mar;

- afogamento em água salobra: encontro de água doce com o mar;

- afogamento em outros líquidos não corporais: tanque de óleo ou outro material; e

- outros.

6.4.3.2 Quanto à Causa do Afogamento (identifica a doença associada ao afogamento):

- afogamento primário: quando não existem indícios de uma causa do afogamento; e

- afogamento secundário: quando existe alguma causa que tenha impedido a vítima de se manter na superfície da água e, em consequência precipitou o afogamento: drogas (36,2%) (mais frequente o álcool), convulsão, traumatismos, doenças cardíacas e/ou pulmonares, acidentes de mergulho e outras.

6.4.3.3 Quanto à Gravidade do Afogamento

6.4.3.3.1 A Classificação de afogamento permite ao socorrista estabelecer a gravidade de cada caso, indicando a conduta a ser seguida. Foi estabelecida com o estudo de casos de afogamento no Centro de Recuperação de Afogados (CRA) de Copacabana e seu acompanhamento no Hospital Municipal Miguel Couto durante 20 anos. A classificação não tem caráter evolutivo, devendo ser estabelecida no local do afogamento ou no primeiro atendimento, com o relato de melhora ou piora do quadro. O primeiro passo no entendimento do processo de afogamento é diferenciar entre um caso de Resgate e Afogamento (Tab 11).

6.4.3.3.2 Resgate: vítima resgatada viva da água que não apresenta tosse ou espuma na boca e/ou nariz - pode ser liberada no local do acidente sem necessitar de atendimento médico após avaliação do socorrista, quando consciente. Todos os casos podem apresentar hipotermia, náuseas, vômitos, distensão abdominal, tremores, cefaleia (dor de cabeça), mal-estar, cansaço, dores musculares, dor no tórax, diarreia e outros sintomas inespecíficos. Grande parte destes sintomas

é decorrente do esforço físico realizado dentro da água sob estresse emocional do medo, durante a tentativa de se salvar do afogamento.

6.4.3.3.3 Afogamento: pessoa resgatada da água que apresenta evidências de aspiração de líquido: tosse, ou espuma na boca ou nariz - deve ter sua gravidade avaliada no local do incidente, receber tratamento adequado e acionar, se necessário, uma equipe médica (suporte avançado de vida).

RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO E TRATAMENTO		
GRAU	**SINAIS E SINTOMAS**	**PRIMEIROS PROCEDIMENTOS**
Resgate	Sem tosse, espuma na boca/ nariz, dificuldade na respiração ou parada respiratória ou PCR.	1. Avalie e libere do próprio local do afogamento.
1	Tosse sem espuma na boca ou nariz.	1. Repouso, aquecimento e medidas que visem o conforto e tranquilidade do banhista. 2. Não há necessidade de oxigênio ou hospitalização.
2	Pouca espuma na boca e/ou nariz.	1. Oxigênio nasal a 5 litros/min. 2. Aquecimento corporal, repouso, tranquilização. 3. Observação hospitalar por 6 a 24 h.
3	Muita espuma na boca e/ou nariz com pulso radial palpável.	1. Oxigênio por máscara facial a 15 litros/min no local do acidente. 2. Posição Lateral de Segurança sob o lado direito. 3. Internação hospitalar para tratamento em Centro de Tratamento Intensivo (CTI).
4	Muita espuma na boca e/ ou nariz com pulso radial palpável.	1. Oxigênio por máscara a 15 litros/min no local do acidente. 2. Observar a respiração com atenção - pode haver parada da respiração. 3. Posição Lateral de Segurança sobre o lado direito. 4. Ambulância urgente para melhor ventilação e infusão venosa de líquidos. 5. Internação em Centro de Tratamento Intensivo (CTI) com urgência.

Tab 11 - Classificação e tratamento de afogamento

RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO E TRATAMENTO		
GRAU	**SINAIS E SINTOMAS**	**PRIMEIROS PROCEDIMENTOS**
5	Parada respiratória, com pulso carotídeo ou sinais de circulação presente.	1. Ventilação boca a boca. Não deve fazer compressão cardíaca. 2. Após retornar a respiração espontânea - tratar como grau 4.
6	PCR	1. Reanimação Cardiopulmonar (RCP) (2 boca a boca + 15 compressões cardíaca). 2. Após sucesso da RCP - tratar como grau 4.
Já cadáver	PCR com tempo de submersão > 1 h, ou rigidez cadavérica, ou decomposição corporal e/ou livores.	- Não iniciar RCP, acionar o Instituto Médico Legal.

Tab 11 - Classificação e tratamento de afogamento (continuação)

6.5 O PASSO A PASSO NO AFOGAMENTO

- A sequência das ações no socorro de afogados consiste em prevenção, alarme, resgate, seguidos do suporte básico à vida (SBV) *Basic Life Support* (BLS); que é o conjunto de medidas e procedimentos técnicos que objetivam o suporte à vida da vítima, cujo principal objetivo é não agravar lesões já existentes nem gerar novas lesões. O SBV é vital até a chegada do suporte avançado de vida (SAV) em cardiologia *Advanced Cardiac Life Support* (ACLS) que são manobras médicas invasivas destinadas à estabilização clínica de um paciente. Podem ser realizadas no Atendimento Pré-hospitalar e hospitalar (Fig 35).



Fig 35 - Sequência de ações no socorro de afogados

6.5.1 PREVENÇÃO

6.5.1.1 As medidas de prevenção podem evitar mais de 85% dos casos de afogamento, e atuam não só na redução da mortalidade como também na morbida-

de (lesões decorrentes da doença) por afogamento. Como medida estatística, a prevenção é muito difícil de ser mensurada corretamente já que sua ação resulta em um número incontável de sucessos sem registro. A Associação Americana de Salvamento Aquático – "*USLA*", estima que para cada resgate realizado existam 43 casos de prevenção realizados pelos guarda-vidas em praias. Em termos estatísticos é importante diferenciar entre ato de prevenção e socorro.

6.5.1.2 Prevenção: é qualquer medida com o objetivo de evitar o afogamento sem que haja contato físico entre a vítima e o socorrista.

6.5.1.3 Socorro: é toda ação de resgate em que houve necessidade de contato entre o socorrista e a vítima. Calcula-se que a possibilidade que uma pessoa tem de morrer por afogamento quando em uma praia protegida por guarda-vidas é de 1 em 18 milhões (0000055%) (*USLA*).

6.5.1.4 Medidas de prevenção de afogamento

- Praias e Piscinas são locais de lazer, deve-se evitar afogamentos!

6.5.1.4.1 Manter atenção constante nas crianças; nunca nadar sozinho; mergulhar somente em águas fundas; preferir sempre nadar em águas rasas; não superestimar a capacidade de nadar, ter cuidado!

6.5.1.4.2 Na praia a corrente de retorno (vala) é o local de maior ocorrência de afogamentos (mais de 85% dos casos). É formada por toda massa de água em forma de ondas que quebra em direção a areia e por gravidade tem de retornar ao oceano. No seu retorno, a água escolhe o caminho de menor resistência para retornar, aprofundando cada vez mais aquele local, formando um canal que literalmente "puxa" para alto mar. Esta corrente de retorno possui três componentes principais, a saber (Fig 36):

- a boca: fonte principal de retorno da água;

- o pescoço: parte central do retorno da água em direção ao mar; e

- a cabeça: área em forma de cogumelo onde se dispersa a correnteza.

6.5.1.4.3 Sempre que houver ondas, haverá uma corrente de retorno. Sua força varia diretamente com o tamanho das ondas. Pode atingir até 2 a 3 m/seg.

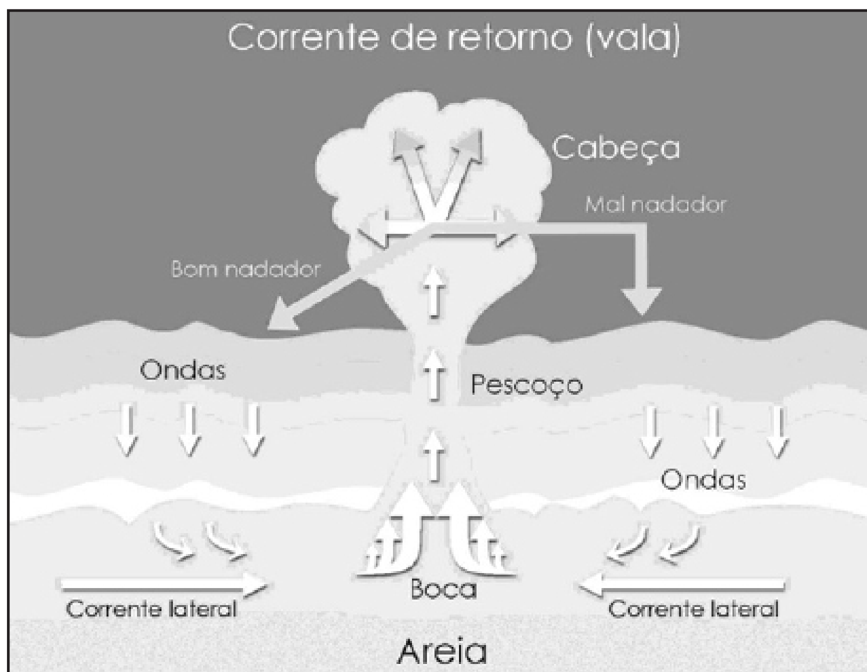


Fig 36 - Formação de corrente de retorno

6.5.1.4.4 Para reconhecer uma corrente de retorno (vala), observar:

- geralmente aparece entre dois locais mais rasos (bancos de areia);

- se apresenta como o local mais escuro e com o menor número ou tamanho nas ondas;

- é geralmente o local onde aparenta maior calmaria; e

- apresenta uma movimentação a superfície ligeiramente ondulada em direção contrária às outras ondas que quebram na praia.

6.5.2 RECONHECIMENTO DE UM AFOGAMENTO E ALARME

6.5.2.1 Identificar um caso de afogamento antes ou durante a sua ocorrência possibilita tomar atitudes mais precocemente e evitar o agravamento da situação. É preciso ter mais atenção nas pessoas ao redor, na praia ou piscina, e antecipar as pessoas que podem se afogar.

6.5.2.2 Sinais de uma vítima já se afogando: expressão facial assustada ou desesperada; perdendo o contato dos pés com a areia, no fundo da água, perto de uma corrente de retorno - afunda e volta a flutuar em pé; onda encobre o rosto da vítima que olha para a areia (praia); nada, mas não sai do lugar; nada contra a força da correnteza; vítima que nada em pé sem bater as pernas; vítima com

o cabelo caindo na face; vítima batendo os braços na água sem deslocamento.

6.5.2.3 Alarme (Solicitando Socorro)

- reconhecer a necessidade de socorro;

- chamar por ajuda ou pedir a outro para fazê-lo (emergência-193) ou avisar alguém antes de tentar qualquer tipo de socorro; e

- jamais tentar socorrer a vítima se estiver em dúvida. Socorristas podem morrer junto com a vítima se estiverem despreparados.

6.5.3 RESGATE/SBV NA ÁGUA - O SOCORRO

6.5.3.1 Se for a Vítima

6.5.3.1.1 Manter a calma - a maioria das pessoas morre por conta do desgaste muscular desnecessário na luta contra a correnteza.

6.5.3.1.2 Manter-se apenas flutuando e acenar por socorro. A vítima só deve gritar se realmente alguém puder ouvir, caso contrário você estará se cansando e acelerando o afogamento. Acenar por socorro geralmente é menos desgastante e produz maior efeito (Fig 37).



Fig 37 - Sinais de pedido de socorro

6.5.3.1.3 No mar, uma boa forma de se salvar é nadar ou deixar-se levar para o alto mar, fora do alcance da arrebentação e a favor da correnteza, acenar por socorro e aguardar. Ou se avistar um banco de areia, tentar alcançá-lo.

6.5.3.1.4 Em rios ou enchentes, deve-se procurar manter os pés à frente da cabeça, usando as mãos e os braços para dar flutuação. Não se deve desesperar

tentando alcançar a margem de forma perpendicular, porém tentar alcançá-la obliquamente, utilizando a correnteza a seu favor.

6.5.3.2 Se for o Socorrista - cuidado para não se tornar a vítima!

6.5.3.2.1 É preciso definir o local por onde irá atingir ou ficar mais próximo da vítima.

6.5.3.2.2 Deve-se tentar realizar o socorro sem entrar na água.

6.5.3.2.3 Se a vítima se encontra a menos de 4 m (piscina, lagos, rios), deve-se estender um cabo, galho, cabo de vassoura para ela. Se estiver a uma curta distância, deve-se oferecer sempre o pé ao invés da mão para ajudá-la - é mais seguro.

6.5.3.2.4 Se a vítima se encontra entre 4 e 10 m (rios, encostas, canais), deve-se atirar uma boia (garrafa de 2 litros fechada, tampa de isopor, bola), ou amarrá-la a uma corda e atirá-la, segurando na extremidade oposta.

6.5.3.2.5 É preciso deixar primeiro que a vítima se agarre ao objeto e fique segura. Só então deverá puxá-la para a área seca.

6.5.3.2.6 Se for em rio ou enchentes, a corda poderá ser utilizada de duas formas: cruzada de uma margem a outra obliquamente, de forma que a vítima ao atingi-la será arrastada pela corrente à margem mais distante; ou fixando um ponto à margem e deixando que a correnteza arraste-a para mais além da mesma margem.

6.5.3.3 Se Decidir Entrar na Água para Socorrer

6.5.3.3.1 É preciso avisar sobre a tentativa de salvar a vítima e pedir para chamar o socorro profissional.

6.5.3.3.2 É nescessário levar consigo, sempre que possível, algum material de flutuação (prancha, boia, ou outros).

6.5.3.3.3 Deve-se retirar roupas e sapatos que possam pesar na água e dificultar o deslocamento. É válida a tentativa de fazer das calças um flutuador, porém isto costuma não funcionar se for a primeira vez.

6.5.3.3.4 Deve-se, na água, sempre manter a visão na vítima.

6.5.3.3.5 Deve-se parar a 2 m antes da vítima e lhe entregar o material de flutuação. Manter o material de flutuação entre o socorrista e a vítima.

6.5.3.3.6 Nunca permitir que a vítima chegue muito perto, de forma que possa agarrar o socorrista. Entretanto, caso isto ocorra, o socorrista deverá afundar com a vítima, ocasionando a soltura.

6.5.3.3.7 Deve-se permitir que a vítima se acalme, antes de chegar muito perto.

6.5.3.3.8 Se o socorrista não estiver confiante em sua natação, deve pedir a vítima que flutue e acene pedindo ajuda. Neste caso, o socorrista não deverá

tentar rebocar a vítima até a borda da piscina ou areia, pois isto poderá gastar suas últimas energias.

6.5.3.3.9 Durante o socorro, é preciso manter-se calmo, e acima de tudo não se expôr a riscos desnecessários, e nem expor a vítima.

6.5.4 O SUPORTE BÁSICO DE VIDA DENTRO DA ÁGUA

6.5.4.1 Em vítimas inconscientes, a checagem da ventilação, e se necessário a realização do boca a boca ainda dentro da água, aumenta a sobrevida em até 3 vezes, sem deixar sequelas. O socorrista deve saber realizar os primeiros socorros ainda dentro da água. Com a estimativa de que o tempo de retorno à área seca pode ser de 3 a 10 vezes maior do que o tempo para atingir a vítima, o conhecimento técnico do suporte básico de vida ainda dentro da água, encurta o tempo de hipoxemia (baixa do oxigênio no sangue) restaurando mais precocemente a ventilação e a oxigenação desta vítima. A preciosa economia destes minutos pode ser a diferença entre a vida e a morte do afogado.

6.5.4.2 É preciso reconhecer o nível de consciência da vítima. Se consciente, não há necessidade de suporte de vida dentro da água, somente quando chegar à área seca. Se inconsciente, dar-se-á sequência ao SBV.

6.5.4.3 Reconhecer se Existe Parada Respiratória ainda Dentro da Água

6.5.4.3.1 Só deve ser realizada com 2 socorristas sem material ou com um socorrista com material de flutuação.

6.5.4.3.2 Em casos de inconsciência, um sustenta a vítima e o outro abre as vias aéreas e checa a respiração.

6.5.4.3.3 Em caso de ausência de respiração realiza 10 ventilações boca a boca. Esta medida evita a progressão da parada respiratória (grau 5) para uma PCR (grau 6).

6.5.4.3.4 Caso haja retorno da ventilação, o socorrista resgata a vítima até a área seca, observando a cada minuto se a vitima continua respirando.

6.5.4.3.5 Caso não obtenha sucesso no retorno da ventilação, deve-se considerar que a vitima está em PCR. Sendo assim, deve-se resgatá-la o mais rápido possível, levá-la para uma área seca e iniciar uma completa ressuscitação cardiopulmonar.

6.5.4.3.6 Em caso de Traumatismo Raqui-Medular (TRM) o cuidado com a coluna cervical e sua imobilização pode ser a diferença entre uma vida saudável e a paralisia definitiva dos 4 membros (tetraplegia). Em praias, a possibilidade de TRM é de 0.009% dos resgates realizados. Portanto, nestas situações só deve imobilizar a vítima se houver forte suspeita de trauma cervical. Em contrapartida, os casos de afogamento em águas turvas, piscinas e águas rasas têm uma incidência maior, e deve ser avaliado caso a caso dependendo do local. Embora

várias situações possam determinar a perda da consciência em águas rasas, a prioridade é tratá-la como se fosse um TRM, de forma a prevenir uma lesão maior (veja mais adiante em TRM dentro da água).

6.5.4.3.7 Causas de inconsciência em águas rasas: TRM, Traumatismo Crâneo-Encefálico (TCE), mal súbito (Infarto Agudo do Miocárdio (IAM), convulsão, lipotimia, hidrocussão (choque térmico), e afogamento primário em que a vítima foi parar em águas rasas.

6.5.4.4 Métodos de Ventilação Dentro da Água

6.5.4.4.1 Sem equipamento: só é recomendável com dois guarda-vidas ou com um guarda-vidas em água rasa (Fig 38).



Fig 38 - Ventilação sem equipamento

6.5.4.4.2 Com equipamento: pode ser realizado com apenas um guarda-vidas. O tipo de material deve ser escolhido conforme o local do resgate (Fig 39). O material de flutuação deve ser utilizado no tórax superior, promovendo uma espontânea hiperextensão do pescoço e a abertura das vias aéreas.

Nota: no caso de ventilação dentro da água, não são possíveis de serem realizados com barreira de proteção (máscara), por impossibilidade técnica, sendo aconselhável a realização do boca a boca. O risco de adquirir doenças, como a Síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS) nesta situação é uma realidade, embora não exista nenhum caso descrito na literatura em todo mundo até hoje. É recomendável que todos os profissionais de saúde sejam vacinados contra hepatite B.



Fig 39 - Ventilação com material de flutuação

6.5.4.5 Traumatismo Raqui - Medular em Acidentes Aquáticos

6.5.4.5.1 O número de casos de TRM entre todos os socorros aquáticos realizados na área da Barra da Tijuca entre os anos de 1991 e 2000 foi de 0,009%. Portanto, o número de TRM nessa orla não justifica que todo resgate de afogado seja tratado com imobilização cervical, pelo contrário, só indica o cuidado com a coluna cervical apenas em situações especiais, e em locais onde sua frequência sejam maiores pelas características do litoral.

6.5.4.5.2 Pensar em TRM dentro da água, quando:

- qualquer vítima se afogar em local raso;

- qualquer vítima estiver politraumatizada dentro da água, em consequência de acidente de barco, aeroplano, avião, prancha, moto aquática e outros;

- vítima testemunhada ou com história compatível com trauma cervical, craniano ou torácico superior dentro da água;

- mergulho em águas rasas;

- traumatismos em embarcações;

- queda em pé (desembarque de barco em água escura);

- sintomas e sinais sugestivos de TRM;

- dor em qualquer região da coluna vertebral;

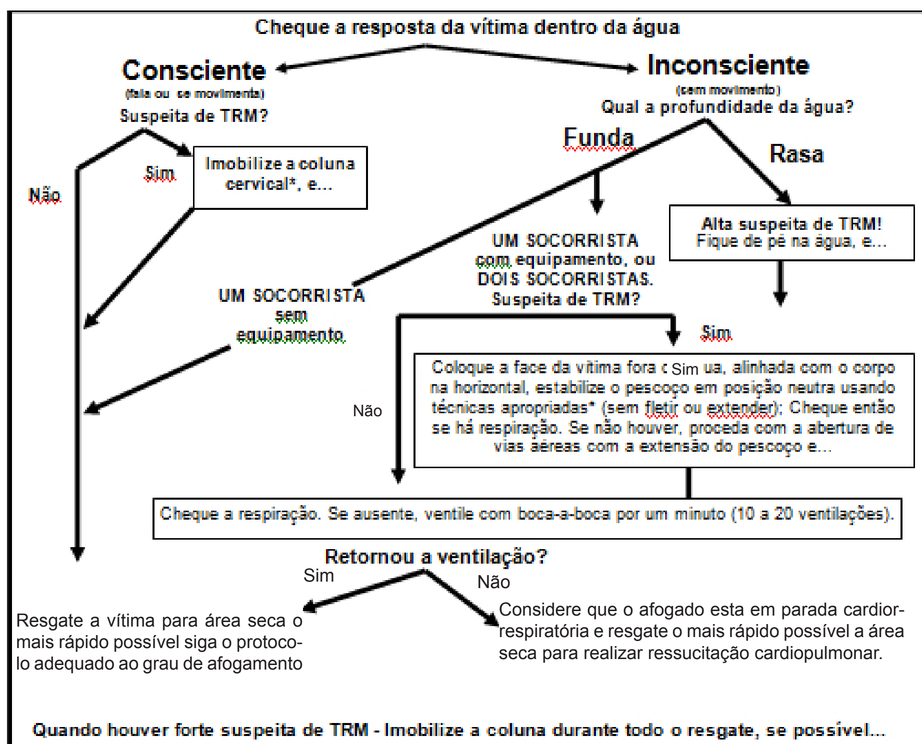
- traumatismo facial ou de crânio;

- “formigamento” (anestesia) ou paralisia de qualquer parte do corpo abaixo do

pescoço; e

- lembrar-se de que 17% dos pacientes com lesões de coluna são encontrados na cena ou chegam ao hospital por seus próprios meios - Não hesitar em imobilizar se houver dúvida.

6.5.4.6 Cuidados no TRM Dentro da Água (Fig 40)



Notas: A recomendação de ventilação dentro da água é para os casos onde o tempo de submersão é menor do que 20 minutos; Suspeite de TRM quando: testemunha ou situação suspeita de trauma, como eventos esportivos na água, ou vítima em apuros, inconsciente ou se afogando no raso. (*) Técnicas de imobilização – Sem equipamento – use as mãos e os braços para estabilizar o pescoço da vítima em posição neutra enquanto flutua a vítima com a face voltada para fora da água. Com equipamento – flutue a vítima na horizontal com a face voltada para cima e coloque a prancha por baixo. A ventilação boca-a-boca, se necessário, deve ser feita mantendo a cabeça em posição o mais neutra possível.

Fig 40 - Algoritmo de trauma e BLS dentro da água (Szpiman 2012)

6.5.4.7 Técnica para Resgate e Imobilização da Coluna Cervical sem Equipamento (Fig 41).

- Com a vítima voltada com a face para água - emborcada - deve-se colocar as duas mãos por baixo das axilas e prosseguir até que elas alcancem a face na altura das orelhas. Fixar bem as mãos na cabeça da vítima e levá-la de encontro ao tórax, procurando manter a cabeça e o pescoço alinhados. Procurar posicio-

nar a vítima de forma que a face fique fora da água e manter a vítima contrária às ondas que possam vir, virando, se necessário, a cada onda. Transportar a vítima arrastando as pernas e o quadril dentro da água até a areia. Ao chegar à areia, posicionar a vítima paralela à água com o seu lado direito voltado para o mar. Manter a coluna cervical e torácica reta, colocar a vítima sentada. O socorrista deve estar por trás da vítima mantendo a coluna cervical e torácica alinhadas. Retirar a mão esquerda da face da vítima e apoiar por trás da cabeça/pescoço (nuca) de forma que o cotovelo se apoie no dorso. Deslocar lateralmente de forma que as costas se voltem para o mar. Retirar então a mão direita e apoiar no queixo e tórax alinhando os dois. Desta forma, deitar então a vítima como um só bloco na areia.



Fig 41 - Técnica para resgate e imobilização da coluna cervical sem equipamento

6.5.5 O TRANSPORTE - A TRANSIÇÃO DA ÁGUA PARA AREIA

6.5.5.1 O transporte ideal da água para a areia é a técnica Australiana. Este tipo de transporte reduz a incidência de vômitos e permite manter as vias aéreas permeáveis durante todo o transporte (Fig 42).

6.5.5.2 Deve-se colocar o braço esquerdo sob a axila esquerda da vítima e travar o braço.



Fig 42 - Transporte na areia

6.5.5.3 O braço direito do socorrista deve ser colocado por sob a axila direita da vítima segurando-lhe o queixo, de forma a abrir as vias aéreas, desobstruindo-as e permitindo a ventilação durante o transporte.

6.5.5.4 Em casos suspeitos de trauma cervical, utilizar sempre que possível à imobilização da coluna cervical durante o transporte até a areia ou a borda da piscina. Quando possível, utilizar uma prancha de imobilização e colar cervical, ou improvisar com prancha.

6.5.6 SBV NO SECO - AREIA ou PISCINA

- Ao chegar na areia, ou na borda da piscina, colocar o afogado em posição paralela à água, de forma que o socorrista fique com suas costas voltada para o mar, e a vítima com a cabeça do seu lado esquerdo.

6.5.6.1 A cabeça e o tronco do afogado devem ficar na mesma linha horizontal.

6.5.6.2 A água que foi aspirada durante o afogamento não deve ser retirada, pois esta tentativa prejudica e retarda o início da ventilação e oxigenação do paciente, além de facilitar a ocorrência de vômitos.

6.5.6.3 Perguntar a vítima se ela está ouvindo.

6.5.6.3.1 Se houver resposta da vítima ela está viva, e indica ser um caso de resgate ou grau 1 a 4. Deve-se colocá-la em posição lateral de segurança e aplicar o tratamento apropriado para o grau de afogamento (ver tabela 11). Avaliar então se há necessidade de chamar o socorro avançado (ambulância) e aguardar o socorro chegar (Fig 43).



Fig 43 - Pedido de socorro

6.5.6.3.2 Se não houver resposta da vítima (inconsciente) – Ligar 193 Emergência - Bombeiro ou pedir a alguém para chamar a ambulância ou o guarda-vidas.

6.5.6.3.3 Abrir as vias aéreas, colocar dois dedos da mão direita no queixo e a mão esquerda na testa, e estender o pescoço da vítima (Fig 44).



Fig 44 - Abertura de vias aéreas

6.5.6.3.4 Checar se existe respiração - ver, ouvir e sentir (ouvir e sentir a respiração e ver se o tórax se movimenta) (Fig 45). Se houver respiração é um caso de resgate, ou grau 1 a 4. Colocar em posição lateral de segurança e aplicar o tratamento apropriado para o determinado grau (veja na tabela 11).



Fig 45 - Verificação de respiração

6.5.6.3.5 Se não houver respiração – iniciar a ventilação boca a boca - Obstruir o nariz utilizando a mão (esquerda), e com os dois dedos da outra mão (direita) abrir a boca e realizar 5 ventilações boca a boca iniciais observando um intervalo entre cada uma que possibilite a elevação do tórax, e logo em seguida o seu esvaziamento. É recomendável a utilização de barreira de proteção (máscara).

6.5.6.3.6 Palpar o pulso arterial carotídeo ou checar sinais de circulação (movimentos ou reação à ventilação) - Colocar os dedos (indicador e médio) da mão direita no "pomo de adão" e escorregar perpendicularmente até uma pequena cavidade para checar a existência ou não do pulso arterial carotídeo ou simplesmente observar movimentos na vítima ou reação à ventilação feita.

6.5.6.3.7 Se houver pulso, é uma parada respiratória isolada - grau 5, manter somente a ventilação com 12 vezes por minuto até o retorno espontâneo da respiração.

6.5.6.3.8 Se não houver pulso ou sinais de circulação, retirar os dois dedos do queixo e passá-los pelo abdômen localizando o encontro das duas últimas costelas, marcar dois dedos (Fig 46), retirar a mão da testa e colocá-la no tórax e a outra por sobre a primeira e iniciar 30 compressões cardíacas externas em caso de um socorrista, ou 15 compressões em caso de dois socorristas, para casos de afogamento.

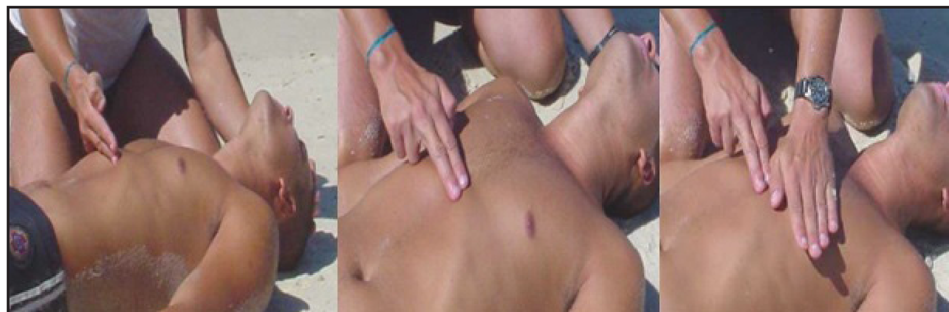


Fig 46 - Compressão cardíaca

6.5.6.3.9 A velocidade destas compressões tem frequentes revisões mudando o processo de execução, é importante que o socorrista esteja constantemente atualizando seu conhecimento. Atualmente, deve ser de 100 vezes em 60 segundos. Em crianças de 1 a 9 anos utilizar apenas uma mão para as compressões. Manter alternando 2 ventilações e 30 compressões ou 2x15 com dois socorristas (RCP em afogamento com dois socorristas), e não parar até que:

- haja resposta e retorne a respiração e os batimentos cardíacos da vítima. Colocar então a vítima de lado (Fig 47) e aguardar o socorro médico solicitado;

- chegue uma equipe médica e assuma o atendimento ao afogado; ou
- até que o socorrista fique exausto.



Fig 47 - Verificação de resposta

6.5.6.3.10 Assim, durante a RCP, deve-se ficar atento e verificar periodicamente se o afogado está ou não respondendo, o que será importante na decisão de parar ou prosseguir nas manobras. Existem casos descritos de sucesso na reanimação de afogados após 2 horas de manobras e casos de recuperação sem danos ao cérebro até 1 hora de submersão.

6.5.6.3.11 Sempre iniciar todo processo com apenas um socorrista, para então após 2 a 3 ciclos completos de RCP, iniciar a alternância com dois socorristas.

6.5.6.3.12 Os socorristas devem se colocar lateralmente ao afogado e em lados opostos.

6.5.6.3.13 Aquele responsável pela ventilação deve cuidar da verificação do pulso no período da compressão e durante a parada para reavaliação, e de manter as vias aéreas desobstruídas.

6.5.6.3.14 Em caso de cansaço, realizar a troca rápida de função com o outro.

6.5.6.3.15 Mesmo com dois socorristas, a relação da RCP será 2:15.

6.5.6.3.16 Após os primeiros 4 ciclos completos de compressão e ventilação, reavaliar a ventilação e os sinais de circulação. Se ausente, prosseguir a RCP e interrompê-la para nova reavaliação a cada 2 minutos ou 4 ciclos.

6.5.6.3.17 A RCP deve ser realizada no local do acidente, pois é aonde a vítima terá a maior chance de sucesso. Nos casos do retorno da função cardíaca e respiratória é preciso acompanhar a vítima com muita atenção, durante os primeiros 30 minutos, até a chegada da equipe médica, pois ainda não está fora de risco de uma nova parada cardiorrespiratória.

6.5.6.4 Observações Importantes

6.5.6.4.1 Nos casos em que não houver efetividade da manobra de ventilação boca a boca, refazer a hiperextensão do pescoço e tentar novamente. Caso não funcione, pensar em obstrução por corpo estranho e executar a manobra de Heimlich (procedimento em que se usa as mãos para fazer pressão sobre o final do músculo diafragma. Isso comprimirá os pulmões e fará com que qualquer objeto estranho deixe a traqueia. A pessoa a aplicar a manobra deverá posicionar-se atrás da vítima, fechar o punho e posicioná-lo com o polegar para dentro, entre a cicatriz umbilical e o osso esterno. Com a outra mão, deverá segurar o seu punho e puxar ambas as mãos em sua direção, com um rápido empurrão para dentro e para cima a partir dos cotovelos. Deve-se comprimir a parte superior do abdome contra a base dos pulmões, para expulsar o ar que ainda resta e forçar a eliminação do bloqueio. É essencial repetir-se a manobra cerca de cinco a oito vezes. Cada empurrão deve ser vigoroso o suficiente para deslocar o bloqueio).

6.5.6.4.2 As próteses dentárias só devem ser retiradas caso estejam dificultando a ventilação boca a boca.

6.5.6.4.3 O ar atmosférico é uma mistura gasosa que apresenta cerca de 21% de O_2 em sua composição. Em cada movimento respiratório é gasto cerca de 4% desse total, restando 17% de O_2 no ar expirado pelo socorrista. Esta quantidade de O_2 é suficiente para a ventilação boca a boca ser considerado o mais eficiente método em ventilação artificial de emergência.

6.5.6.5 Quando Vale a Pena Tentar a RCP em Afogamento?

6.5.6.5.1 O tempo é fator fundamental para um bom resultado na RCP, e os casos de afogamento apresentam uma grande tolerância à falta de oxigênio, o que estimula a tentar a RCP além do limite estabelecido para outras patologias. É recomendado a RCP em:

6.5.6.5.2 Todos os afogados em PCR com um tempo de submersão inferior a uma hora - Três fatos juntos ou isolados explicam o maior sucesso na RCP de afogados – o “Reflexo de Mergulho”, a continuação da troca gasosa de O_2 - CO_2 após a submersão, e a hipotermia. O Centro de Recuperação de Afogados

(CRA) tem registrado 13 casos de PCR com submersão maior do que 7 minutos, sendo 8 com mais de 14 minutos ressuscitados com sucesso (2003).

6.5.6.5.3 Todos os casos de PCR que não apresentem um ou mais dos seguintes sinais: rigidez cadavérica; decomposição corporal; e presença de livores.

6.5.6.6 Quando Parar as Manobras de RCP em Afogados?

6.5.6.6.1 Quando houver resposta e a função respiratória e os batimentos cardíacos voltarem.

6.5.6.6.2 Quando socorristas ficarem exaustos.

6.5.6.6.3 Quando entregar o afogado a uma equipe médica.

6.5.6.6.4 Assim, durante a RCP, deve-se ficar atento e verificar periodicamente se o afogado está ou não respondendo, o que será importante na decisão de parar ou prosseguir as manobras de RCP. Existem casos descritos de sucesso na reanimação de afogados após 2 horas de manobras.

6.5.6.6.5 Para a equipe médica, a ressuscitação deve ser encerrada apenas quando a vítima estiver com temperatura corporal acima de 34ºC e mantiver-se com ritmo em assistolia. Caso contrário, a ressuscitação deverá ser mantida.

6.5.7 O SUPORTE AVANÇADO DE VIDA (SAV) E O HOSPITAL

6.5.7.1 Todo e qualquer SAV e atendimento no hospital só será possível se o socorrista realizar o primeiro atendimento. Portanto, o socorrista é a parte mais importante de todo atendimento ao afogado ou aos 4 primeiros anéis da cadeia de sobrevivência do afogamento.

6.5.7.2 O guarda-vidas no trabalho de praia recebe suporte de atendimento médico avançado através de ambulâncias aparelhadas com equipamentos tipo Unidade de Tratamento Intensívo (UTI), que chegam ao local do acidente em um tempo médio de 12 minutos. Para aqueles guarda-vidas ou socorristas que trabalham em locais em que o acesso a uma ambulância ou socorro médico ultrapasse o tempo médio de 15 minutos, o uso do oxigênio e equipamentos para a ventilação no local é uma necessidade ao lidar com os casos de afogamento, tendo as seguintes vantagens:

6.5.7.2.1 aumentar a concentração de oxigênio no sangue e nas células, aumentando a performance do atendimento às vítimas com melhora das chances de sobreviver ao afogamento; e

6.5.7.2.2 o uso de máscara facial (oronasal) diminui o risco de transmissão de doenças.

6.5.7.3 O afogamento prejudica diferentes etapas na obtenção do elemento fundamental à vida que é o oxigênio. A água aspirada pode obstruir totalmente ou parcialmente a faringe, pode atingir os alvéolos onde impede totalmente (raro)

ou parcialmente (frequente) a troca de oxigênio (hematose), ou ainda o afogado pode ter realizado esforço tão violento, na tentativa de se salvar, que sua força muscular para respirar pode esgotar-se parando o próprio esforço de respirar. O afogamento é definido como a entrada de água em vias aéreas (aspiração), e isto pode ocorrer em quantidade mínima (grau 1) ou extrema (4 a 6), o que vai acarretar na variação da dificuldade na troca de oxigênio no pulmão. Quanto maior a quantidade de água aspirada maior a dificuldade na hematose e mais grave a hipoxemia resultante. Sendo assim:

6.5.7.3.1 nos casos de afogamento em que não há hipóxia (resgate e grau 1), as alterações na respiração e a taquicardia são resultados do exercício físico violento realizado para se salvar, e normalizam rapidamente com o repouso de 5 a 10 minutos;

6.5.7.3.2 nos casos de afogamento grau 2 a 6 em que há hipoxemia;

6.5.7.3.3 quanto maior o grau de afogamento, mais grave será a falta de oxigênio nas células;

6.5.7.3.4 quanto maior o grau de afogamento, mais rápido e em maior quantidade o oxigênio deve ser administrado; e

6.5.7.3.5 a respiração ofegante e a taquicardia são encontradas em todos os casos de afogamento. Aquelas decorrentes do esforço físico sem hipoxemia (resgate e grau 1) cedem em 5 a 10 minutos, ao contrário daquela decorrente de hipoxemia que só cedem com o uso de oxigênio (grau 2 a 6).

6.5.7.4 Existe no mercado uma grande infinidade de equipamentos que permitem a utilização de oxigênio. É descrito, resumidamente, a seguir o material utilizado pelos profissionais de saúde no ambiente pré-hospitalar (em maleta), em casos de afogamento. O uso de equipamentos mais avançados e importantes como a entubação orotraqueal e o uso de respiradores artificiais não serão abordados neste manual.

6.5.7.4.1 Cateter Nasal ou Nasofaringeo de O_2 - Tubo simples de material plástico que é aplicado no nariz com duas saídas para as duas narinas ou cateter com saída única a ser introduzida em uma narina à profundidade aproximada de 5 a 8 cm até a orofaringe. Fornece quantidades de O_2 menores que as máscaras. Deve ser utilizado apenas no grau 2 (Tab 12).

1 litro/min = +/- 24% de O_2
2 litro/min = +/- 28% de O_2
3 litro/min = +/- 32% de O_2
4 litro/min = +/- 36% de O_2
5 litro/min = +/- 40% de O_2

Tab 12 - Quantidade média de O_2 fornecido em um adulto.

6.5.7.4.2 Máscara oronasal com entrada de O_2 (ideal para socorristas) - Pode ser utilizada para ofertar O_2 às vítimas que ainda estejam respirando como nos casos de afogamento grau 3 e 4. Pode ainda ser utilizada para fornecer a ventilação boca a boca/máscara em vítimas com parada respiratória ou PCR (afogamento grau 5 ou 6) e ainda permitir ofertar O_2. Nestes casos, se conectado a 15 litros/min pode ofertar até 60% com o boca a boca/máscara ao invés dos 17% quando não se utiliza o O_2 acoplado à máscara. Possui ainda uma válvula unidirecional que só permite a saída do ar para fora da máscara impedindo que o socorrista entre em contato com o ar expirado da vítima, assim como vômitos. Pode ofertar de 35 a 60% de oxigênio inspirado.

6.5.7.4.3 Máscara oronasal + bolsa autoinflável - É composto da máscara oro-nasal descrita acima e uma bolsa autoinflável que se enche automaticamente através de uma válvula em seu corpo que permite o enchimento com o ar ambiente, ou com oxigênio, se conectado a um cilindro de O_2. A vantagem da máscara utilizada com a bolsa autoinflável é a não necessidade de se realizar o boca a boca/máscara reduzindo o desgaste do socorrista e de possibilitar maiores frações de O_2 a vítima, podendo atingir até 75% de O_2. Se utilizada com um reservatório sem reinalação pode ofertar até 90%. A desvantagem é o difícil acoplamento a face da vítima, necessitando usualmente de dois socorristas somente para a ventilação.

6.5.7.4.4 Cilindro portátil de O_2 com 400 litros - Contém oxigênio a 100%, na forma líquida sob pressão. Permite uma autonomia de fornecer 15 litros por minuto durante no mínimo 20 minutos. Tempo este considerado suficiente para que a vítima seja atendida pelo socorro avançado de vida. Nos casos em que o acesso a um hospital ou ambulância seja superior a 40 minutos, é preferível ter mais de um cilindro portátil ao invés de um com maior capacidade. O cilindro de oxigênio tem sempre a cor verde, pode ser feito de alumínio ou aço, e deve ser testado a cada dois anos. Para sua utilização deve possuir registro (abre e fecha o oxigênio), um regulador (existem diferente tipos no mercado) que reduz a pressão do cilindro a pressões seguras para uso, permitindo regular a quantidade de O_2 a ser administrada (1 a 25 litros/min). Esse material deve ser empregado pela equipe de socorristas que deve acompanhar os mergulhadores nas execuções:

- cilindro de O_2 com registro;

- chave de fixação do regulador;

- manômetro;

- regulador de fluxo constante ou fluxômetro;

- equipo de oxigênio; e

- cateter nasal de O_2 e máscara oronasal que permita o boca a boca/máscara com entrada de oxigênio.

6.5.7.4.5 Cuidados com os equipamentos de ventilação e oxigênio:

- manter sempre o material em locais com pouca umidade;

- manter o material em boas condições de limpeza.

- só utilizar o equipamento (cilindro) com oxigênio (O_2);

- lembrar que o oxigênio sob alta pressão é um produto que facilita muito a combustão. Ter certeza de não utilizar óleo ou graxa ou lubrificantes no cilindro, e evitar o sol ou a abertura rápida do registro do cilindro, pois pode provocar faísca;

- não o utilizar perto do calor ou fogo;

- não fumar perto do equipamento; e

- evitar expor o cilindro a temperaturas > 520C como, por exemplo, na área da piscina com sol.

6.5.7.5 Afogamento e suas Indicações de Oxigênio

6.5.7.5.1 Grau 2 - Cateter de O_2 nasofaríngeo a 5 litros/min até chegar a ambulância ou transporte ao hospital.

6.5.7.5.2 Grau 3 e 4 - Máscara oronasal de O_2 a 15 litros/min. Nos casos grau 4, ficar atento à possibilidade de uma parada respiratória.

6.5.7.5.3 Grau 5 - Ventilação boca a boca como primeiro procedimento. Não perder tempo tentando fazer O_2 - iniciar imediatamente o boca a boca. A máscara oronasal de O_2 a 15 litros/min pode ser utilizada caso haja outro socorrista disponível para trazê-la - realizar então o boca a boca/máscara com 15 litros/min. Após o retorno da ventilação espontânea, utilizar 15 litros de O_2/minuto sob máscara.

6.5.7.5.4 Grau 6 - Reanimação cardiopulmonar. Não se deve perder tempo iniciando O_2. Iniciar primeiro a RCP, e só então, se houver disponibilidade de pessoas para ajudar utilizar o O_2. Após sucesso na reanimação tratar como grau 4.

6.5.8 COMPLICAÇÕES NO ATENDIMENTO AO AFOGADO

- O vômito é o fator de maior complicação nos casos de afogamento em que existe inconsciência. A sua ocorrência deve ser evitada utilizando-se as manobras corretas.

6.5.8.1 Utilizar o transporte tipo Australiano da água para a areia – evitar o transporte tipo Bombeiro.

6.5.8.2 Posicionar o afogado na areia com a cabeça no mesmo nível que o tronco - Evitar colocá-lo inclinado de cabeça para baixo.

6.5.8.3 Desobstruir as vias aéreas antes de ventilar – Evitar exagero nas insuflações boca a boca, evitando distensão do estômago.

6.5.8.4 Em caso de vômitos, virar a face da vítima lateralmente, e rapidamente limpar a boca. Em caso de impossibilidade desta manobra, utilizar a manobra de Sellick (método de prevenir a regurgitação através da aplicação de pressão sobre a cartilagem cicloide, que por sua vez causa uma oclusão esofagiana proximal. A manobra de Sellick é executada ao se aplicar uma leve pressão ao pescoço anterior ao nível da cartilagem cricoide. A manobra é utilizada para ajudar a alinhar a via aérea e promover um meio de prevenir, através da obstrução externa do esôfago, que o conteúdo gástrico escorra para a faringe, o que poderia causar a aspiração de substâncias para os pulmões e vômitos durante as ventilações em uma via aérea desprotegida. Não é uma manobra fácil, pois pode, dependendo da força utilizada, comprimir vias aéreas também, prejudicando a ventilação).

6.5.8.5 Lembrar-se de que o vômito é o pior inimigo do socorrista.

6.5.9 CONDUTA DO SOCORRISTA APÓS O RESGATE AQUÁTICO

6.5.9.1 Realizar o ABC da Vida: avaliação inicial na qual deve-se identificar lesões que comprometam a vida do paciente e, simultaneamente, estabelecer condutas para a estabilização das condições vitais e tratamento destas anormalidades. A avaliação segue uma ordem de prioridades e são as mesmas para criança, adulto e idosos. Este processo segue o ABC do atendimento ao afogado. A (*Airways*- Vias aéreas), B (*Breathing* - respiração) e C (*Circulation* - Circulação/compressões torácicas).

6.5.9.2 O socorrista sempre enfrenta a dúvida de quando chamar o socorro médico e quando encaminhar a vítima ao hospital após o resgate. Em casos graves, a indicação da necessidade da ambulância e/ou do hospital é óbvia, porém em casos menos graves, sempre ocasionam dúvidas. Após o resgate e o atendimento inicial o guarda-vidas tem resumidamente três possibilidades.

6.5.9.2.1 Liberar a vítima sem maiores recomendações: vítima de RESGATE sem sintomas, doenças ou traumas associados – sem tosse, com a frequência do coração e da respiração normais, sem frio e totalmente acordado, alerta e capaz de andar sem ajuda.

6.5.9.2.2 Liberar a vítima com recomendações de ser acompanhada por médico:

- resgatar com pequenas queixas;

- só liberar após observação de 15 a 30 min se a vítima estiver se sentindo bem. Só observar o grau 1 no posto de salvamento se a praia estiver vazia e não necessitar se afastar da observação da água que é a prioridade;

- liberar o paciente para procurar o hospital por meios próprios quando houver; pequeno trauma que não impossibilita andar – anzol, luxação escápulo-umeral, e outros; e mal estar passageiro que não o impossibilita de andar.

6.5.9.2.3 Acionar o Sistema de Emergências Médicas (SEM) – Ambulância (193) ou levar diretamente ao hospital em caso de ausência do SEM (ambulância):

- afogamento grau 2, 3, 4, 5, e 6;

- qualquer paciente que, por conta do acidente ou doença aguda, esteja impossibilitado de andar sem ajuda;

- qualquer paciente que perdeu a consciência, mesmo por um breve período;

- qualquer paciente que necessitou de boca a boca ou RCP;

- qualquer paciente com suspeita de doença grave como: infarto do miocárdio, lesão de coluna, trauma grave, falta de ar, epilepsia, lesão por animal marinho, intoxicação por drogas, etc; e

- a fig 48 apresenta o resumo de todo atendimento de BLS para afogamento, com uso de oxigênio, onde pode-se visualizar a classificação na forma de um fluxograma que se inicia pelo exame primário, reconhecendo-se, em primeiro lugar, o ABC da vida até o tratamento específico para cada grau de afogamento.

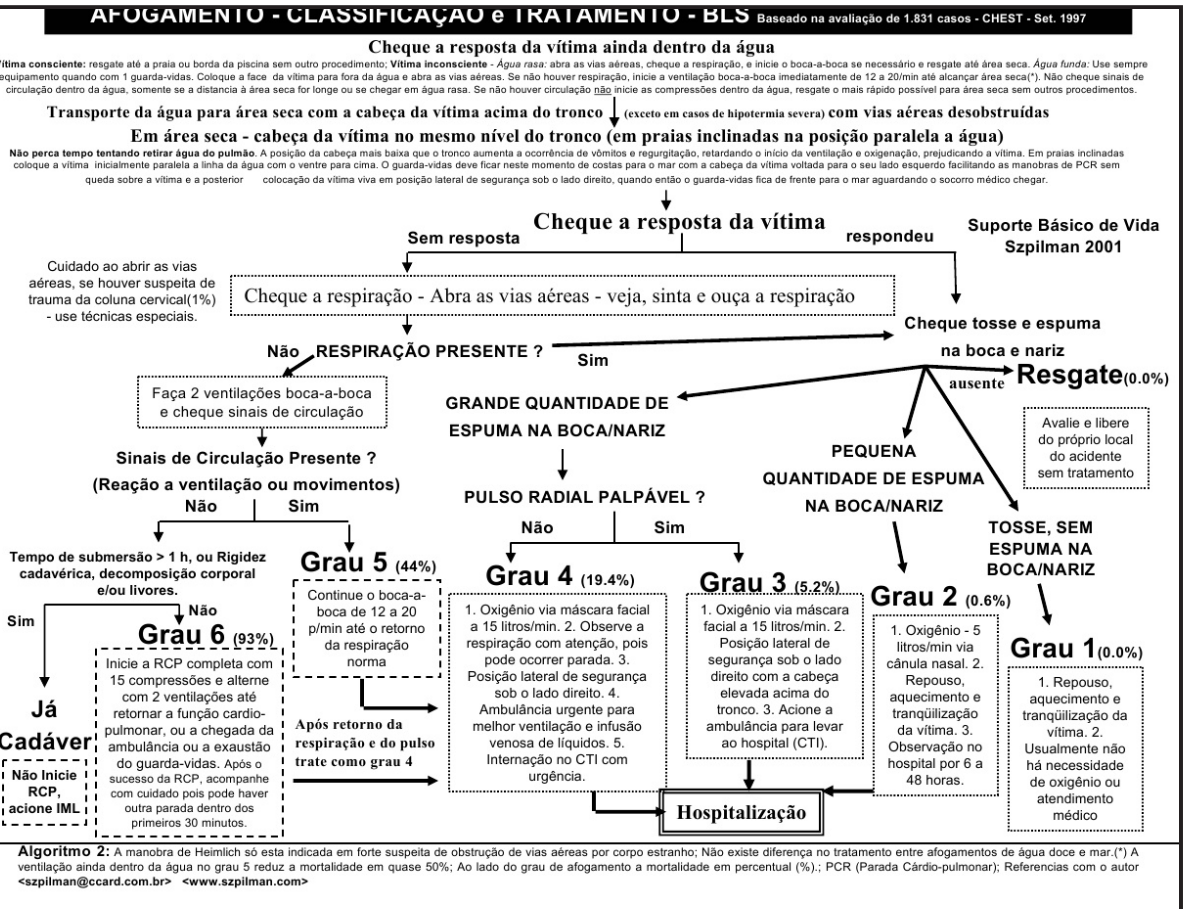


Fig 48 - Resumo do tratamento de afogamento (BLS)

CAPÍTULO VII
RECARGA DE CILINDROS DE AR COMPRIMIDO

7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

7.1.1 A maior dificuldade para permanecer submerso é dispor de uma reserva de ar para respirar debaixo da água. Conhecido como cilindro de ar, ampola ou *aqualung,* o equipamento é utilizado para conduzir o suprimento de ar para o mergulho.

7.1.2 O cilindro recebe uma grande quantidade de gás comprimido em um volume relativamente pequeno. Controlado pelas válvulas de primeiro e segundo estágio, esse gás vai sendo liberado para o consumo pelo mergulhador durante a atividade e essa quantidade de ar deve ser suficiente para que o mergulhador se desloque, realize sua atividade e retorne em segurança para a superfície.

7.1.3 Por se tratar de um recipiente pressurizado apresenta riscos. Uma falha na estrutura do cilindro pode permitir sua ruptura o que, devido a alta pressão, pode causar uma explosão violenta. Esse risco de explosão traz a necessidade de se manter uma série de cuidados com o material, realizar sua recarga seguindo um método e fazer verificações periódicas, a fim de atestar a integridade do equipamento.

7.1.4 As características do cilindro são gravadas nele, normalmente com inscrições diretamente no próprio metal do corpo do cilindro em relevo. Essa marcação é realizada de forma padronizada a fim de facilitar a verificação das características do cilindro bem como informações importantes das condições dele e prazo de validade do teste hidrostático (Fig 49).

7.1.5 Segue, como exemplo, a inscrição com o significado de cada dado:

DOT – 3AL – 3000 – S80 – P263716 – LUXFER – 10 12

- DOT: entidade que certifica as características do cilindro, no caso o Departamento de Transportes dos Estados Unidos das Américas (EUA), poderia ser ABNT, DIN, etc;

- 3AL: tipo e dureza do metal que é feito o cilindro (no exemplo, alumínio). Cilindros do tipo 3A são de aço carbono que é impróprio para a atividade de mergulho;

- 3000: pressão nominal ou carga máxima de trabalho em PSI;

- S80: volume interno (no exemplo 80 ft³);

- P263716: número de série do cilindro atribuído pelo fabricante;
- LUXFER: fabricante; e
- 10 12: data do último teste hidrostático (mês e ano).



Fig 49 - Exemplo de gravação das informações do cilindro

7.1.6 Podem haver outras marcações no cilindro como tipo de gás que pode ser comprimido, além disso, as unidades de medida das informações de pressão e volume podem ser diferentes de acordo com a entidade responsável pela certificação do cilindro. O mergulhador deve se certificar desses dados no emprego do cilindro.

7.2 QUANTIDADE DE AR A SER CONDUZIDA NO MERGULHO

7.2.1 Ao planejar o mergulho, a equipe deve calcular quanto de ar será necessário para a atividade. A equipe deve ter em mente que o mergulho tem várias etapas, inicia quando se deixa a superfície, existe o deslocamento até a profundidade onde será realizado o trabalho fim do mergulho, o tempo necessário para cumprir o trabalho e o retorno à superfície, seguindo o esquema de descompressão. Todo esse tempo deve ser computado pelo mergulhador.

7.2.2 CONSUMO DE AR

7.2.2.1 A taxa de consumo de ar é a quantidade de ar que é necessária para ventilar o pulmão do mergulhador durante uma determinada quantidade de tempo. Relembrando as leis da física aplicadas ao mergulho, é preciso ter em mente que o volume ocupado por um gás será menor em ambientes de maior pressão, assim, com o aumento da pressão ambiente, o consumo real do gás do cilindro também aumenta.

7.2.2.2 O consumo de ar de cada mergulhador vai variar de acordo com o organismo de cada indivíduo. É importante que esse valor seja avaliado por meio da experiência prática, no entanto, para fins de cálculo e exercício da atividade por indivíduos ainda pouco experientes, as seguintes taxas de consumo de ar podem ser utilizadas com relativa segurança;

- mergulho normal: 35l/min (1,25 ft^3/min); e

- emergência, frio exagerado ou trabalho pesado: 40l/min (1,5 ft^3/min).

7.2.2.3 O volume de ar necessário para ventilar o pulmão por uma quantidade de tempo deve ser multiplicado pela pressão ambiente da profundidade máxima que o mergulhador planeja atingir durante seu mergulho. Será utilizado, como exemplo, um mergulho que atingirá a profundidade de 30 metros, ou seja, que atingirá uma pressão ambiente de 4 bar, no qual ocorrerá um trabalho pesado.

7.2.2.4 Multiplicando a taxa de 40l/min pela pressão ambiente de 4 bar, o resultado será de 160l/min. Isso significa que, a 30 metros de profundidade, para realizar um trabalho pesado durante 1 minuto, o mergulhador necessita utilizar o ar que ocuparia um volume 160l ao nível do mar para ventilar seu pulmão.

7.2.2.5 Durante o planejamento, o mergulhador avalia que necessitará, com segurança, de 1 hora (60min) para deixar a superfície, chegar ao local do fundo, realizar sua tarefa e retornar a superfície. Ao multiplicar a taxa de consumo pelo tempo obter-se-á o seguinte resultado:

Taxa de consumo: 40l/min
Pressão: 4bar
Tempo de Fundo: 60min
40 x 4 x 60 = 9600l

7.2.2.6 Serão necessários 9600 litros de ar a pressão de 1 atm comprimido dentro dos cilindros a serem conduzidos pelo mergulhador para o fundo, a fim de haver ar em quantidade suficiente para realizar o trabalho com segurança.

7.2.2.7 A maioria dos cilindros empregados em mergulho tem o volume de 80 pés cúbicos (ft^3), o que dá aproximadamente 11 litros e admitem uma pressão de 200 bar (Importante avaliar as características do equipamento que estiver

utilizando e não utilizar esses dados nos planejamentos até que seja conferido). Por fim, multiplicando a pressão pelo volume, esse tipo de cilindro admite uma quantidade de 2200l de gás à pressão ambiente. Tendo o consumo planejado em 9600l de gás avalia-se que, para realizar esse mergulho, será necessário conduzir 5 cilindros para que o mergulhador realize sua atividade.

7.2.2.8 Esses valores são genéricos e utilizados para apresentar ao mergulhador como planejar seu mergulho, mais uma vez, a taxa de consumo de ar do indivíduo bem como as características do material devem ser estudadas e, de acordo com esses parâmetros reais, realizado o planejamento.

7.3 RECARREGANDO O CILINDRO

7.3.1 Como já enfatizado, o cilindro de ar trabalha pressurizado, essa condição é perigosa se não for tomada a devida cautela. Além disso, outros cuidados devem ser tomados ao recarregar um cilindro. Já foi apresentado que o organismo humano está adaptado a um tipo de mistura gasosa e, como o mergulhador passará a respirar a mistura comprimida no cilindro, muito cuidado deve ser tomado a cerca do gás que será comprimido nele.

7.3.2 O ar fornecido aos mergulhadores deverá atender às normas de pureza. Os valores máximos de contaminantes são:

Gás carbônico: 1.000 ppm (0,1%);
Monóxido de carbono: 20 ppm; e
Partículas de vapores de óleo: 5 mg/m3.

7.3.3 O ar deverá estar livre de qualquer odor ou contaminação, para isso, os compressores devem ser equipados com filtros especiais, inclusive com presença de carvão ativado. Também, não deverá conter qualquer substância tóxica ou irritante. A concentração de oxigênio deverá estar entre 20% e 22%, ou seja, a normal do ar atmosférico.

7.3.4 Os cilindros podem ser carregados e conectados diretamente a um compressor de ar ou por cascata, se conectados a cilindros de grande capacidade recarregados com alta pressão. Em ambos os casos, deve-se ter o cuidado de não ultrapassar a pressão máxima de carga do cilindro, informação que está gravada no próprio cilindro como já foi apresentado.

7.3.5 De acordo com as normas técnicas, a carga máxima do cilindro é estabelecida na pressão de 21º C. Relembrando as leis da física, sabe-se que ao se aumentar a pressão de um gás em um ambiente de volume fixo, tem-se o aumento

da temperatura, nesse sentido, ao recarregar o cilindro deve-se ter o cuidado de buscar ter uma temperatura constante pela imersão em água do cilindro. Da mesma forma, se a temperatura da água estiver muito fria, o cilindro vai receber uma quantidade de ar maior do que a determinada e ter uma sobrecarga.

7.3.6 Exemplo: em um dia de frio se atingiu a temperatura de 15º C, nesse dia foi realizada a recarga dos cilindros de volume de 11l com a pressão de 200bar. Os cilindros foram guardados por alguns dias. O tempo mudou e a temperatura ambiente chegou a 30º C. Sendo assim, avalia-se como estava a pressão nesse momento:

$$P1xV1 /T1 = P2xV2 /T2$$
$$200x11/15 = P2x11/30$$
$$400 \text{ bar} = P2$$

7.3.7 Nesse sentido, deve haver muito cuidado ao realizar a recarga dos cilindros imersos em água, especialmente se estiver muito frio. Além disso, ao realizar a recarga do cilindro imerso, é importante ter o cuidado de todas as válvulas e conexões estarem protegidas, a fim de evitar a entrada de água nos sistemas em que deve haver somente ar.

7.3.8 A aspiração do compressor não deverá estar exposta a gases de combustão ou a qualquer outro contaminante. Deverá ser observada a direção do vento a fim de evitar a aspiração de gases tóxicos pelo compressor. É importante que seja instalado na saída do compressor um analisador de CO.

7.3.9 Ao recarregar um cilindro devem ser tomados os seguintes cuidados, em compressor:

- nunca abrir uma válvula que está em alta pressão, até que se verifique que as demais estão corretamente posicionadas;

- sempre abrir as válvulas vagarosamente;

- nunca deixar uma válvula totalmente aberta. Após abri-la totalmente, girar no sentido oposto um quarto de volta;

- nunca dar partida em um compressor sob carga. Verificar se a válvula de descarga está aberta antes de dar partida;

- verificar se o ar a ser fornecido pelo compressor está com pressão maior que a do cilindro, antes de abrir a válvula de interceptação. Isso evita que o cilindro pressione o ar dentro do compressor; e

- o cilindro que é carregado rapidamente se aquece em demasia, isso pode provocar a necessidade de carregar novamente o cilindro quando este for resfriado.

7.3.10 Ao recarregar um cilindro deve-se tomar os seguintes cuidados, em cascata:

- ligar o rabicho ao cilindro;

- fechar o dreno do rabicho;

- abaixar a válvula de reserva (cilindros equipados com válvula reserva tipo “J”);

- abrir a válvula de interceptação da ampola de alta pressão completamente e retornar um quarto de volta;

- abrir lentamente a válvula do piano, iniciando a carga. A pressão do cilindro não deverá exceder a pressão de carga.

Observação: a velocidade de carga do cilindro não deve ultrapassar a taxa de 27 bar/min (400 psi/min, 27 Kgf/cm^2 min).

7.4 O EMPREGO DO COMPRESSOR DE AR

7.4.1 O compressor de ar é um equipamento de engenharia responsável por injetar, em um volume pequeno, uma grande quantidade de ar do ambiente.

7.4.2 Os compressores de ar são compostos pelo sistema de admissão de ar, pelo motor que transforma energia em trabalho, pelos pistões e tubulações.

7.4.3 O sistema de admissão de ar coleta do ambiente o ar que será injetado no cilindro. Deve possuir um sistema de filtragem em perfeitas condições de funcionamento, a fim de evitar que sejam inseridas partículas sólidas e outros contaminantes no ar que será respirado pelo mergulhador.

7.4.4 O motor é que transformará energia em trabalho. Tem-se o motor a combustão que utiliza a queima de um combustível para gerar trabalho, e o motor elétrico, que utiliza a energia elétrica. Uma vez que os motores a combustão produzem gases tóxicos indesejados para a respiração, os compressores desse tipo estão em desuso e é altamente recomendável que não sejam empregados pelo risco que oferecem.

7.4.5 Os pistões, impulsionados pelo motor, se movimentam dentro da câmara de compressão admitindo ar e o comprimindo pela diminuição do volume dentro do cilindro. O ar comprimido é injetado no reservatório que, por sua vez, não permite o retorno para a câmara de compressão pela ação de válvulas.

7.4.6 As tubulações são responsáveis por conectar os sistemas formando um percurso único para o ar, desde sua coleta até o interior do cilindro. Deve-se ter um cuidado especial para que não ocorram vazamentos nas tubulações, o que diminui a eficiência do compressor.

7.4.7 Existem diversos modelos de compressores de ar, o compressor de ar específico para mergulho tem características diferentes daquele utilizado para

impulsionar ferramentas pneumáticas. O primeiro tem sistemas que permitem o cuidado com a pureza do ar comprimido, uma vez que o ar será inalado por pessoas. Além disso, o sistema de lubrificação do compressor de ar para o mergulho tem particularidades que impedem a presença de óleo no ar comprimido. Por esses motivos, há de se ter muito cuidado para não utilizar um compressor de ar que não cumpra as especificações para o ar a ser respirado. Desse cuidado depende a vida do mergulhador.

7.4.8 Também se faz nescessário seguir à risca o plano de manutenção do compressor de ar, seguir os prazos de troca de componentes e utilizar exatamente o material especificado pelo fabricante, especialmente filtros e lubrificantes. Essas informações estão especificadas nos manuais de cada compressor. Tendo em vista as particularidades de cada fabricante, não é conveniente determinar neste caderno exatamente o que fazer com cada modelo de compressor, no entanto, fica estabelecida a necessidade do estudo com atenção por todos os mergulhadores de cada Organização Militar Específica de Mergulho (OMEM) dos manuais dos compressores disponíveis.

7.5 O TESTE HIDROSTÁTICO

7.5.1 Periodicamente, cada cilindro deve ser testado. Esse teste tem a finalidade de avaliar se o cilindro ainda tem a capacidade de admitir com segurança a pressão a que ele é submetido.

7.5.2 Por se tratar de um teste que segue normas específicas e requer que seja realizado por entidade certificada, as OMEM devem prever quando será necessário realizar o próximo teste dos seus cilindros e realizar os procedimentos legais para contratar uma empresa certificada e reconhecida pela qualidade do seu trabalho.

7.5.3 Além do teste propriamente dito, o trabalho deve contemplar a limpeza interna do cilindro, a fim de remover a oxidação que por ventura tenha se formado no interior do cilindro.

7.5.4 O teste consiste na injeção de água em alta pressão dentro do cilindro. Esse procedimento causa uma pequena expansão no volume do cilindro que deve contrair novamente quando aliviada a pressão. Pela avaliação dessa variação de volume, é possível perceber se o cilindro ainda está em boas condições de emprego ou se o emprego dele oferece risco.

7.5.5 Os testes hidrostáticos, segundo a norma atual, têm validade de 5 anos. O detentor da carga e os mergulhadores devem estar atentos a isso ao planejar a solicitação de recursos para a manutenção do material.

7.6 INSPEÇÃO DOS CILINDROS

7.6.1 A inspeção visual dos cilindros deve ocorrer anualmente para cilindros que são recarregados até 5 vezes por semana. Até 10 vezes por semanas, se recomenda que realize a cada 4 meses. Mais que 10 vezes por semana se recomenda uma inspeção mensal dos cilindros.

7.6.2 Independente das inspeções periódicas, os cilindros devem ser inspecionados sempre que:

- houver suspeita de contaminação;
- forem expostos a temperaturas elevadas;
- forem detectados sinais de mau funcionamento das válvulas;
- ficar sem uso por mais de 6 meses;
- houver dano no exterior do cilindro;
- o selo de segurança for rompido;
- houver barulho dentro do cilindro;
- o ar apresentar cheiro ou gosto ruim; e
- não houver histórico sobre o cilindro.

7.6.3 Para a inspeção dos cilindros serão necessários uma lâmpada fria do tipo cilíndrica, espelho com haste (dentista), lente de aumento, lixa d'água e escova de aço.

7.6.3.1 Ao retirar o registro, deve-se examinar os fios da rosca do gargalo e procurar por fissuras, resíduos e danos aos fios. Um número aceitável de fios de roscas intactas para cilindros que operam a uma pressão de 3000 psi é 8 fios.

7.6.3.2 Em se tratando de cilindros de alumínio, pode ser necessária a remoção do óxido na região do gargalo causada pelo alto nível de eletrólise devido à diferença de material do registro e o alumínio do cilindro. Remover essas incrustações da rosca utilizando uma lixa d'água e internamente na rosca com o auxílio de uma escova de aço.

7.6.3.3 Observar o interior do cilindro procurando por umidade, óleo, pontos de oxidação, oxidação acentuada e odores.

7.6.3.4 Caso seja detectada grande quantidade de pontos de oxidação ou área de oxidação acentuada é indicado que o cilindro seja encaminhado para uma inspeção por ultrassom.

7.6.3.5 Qualquer sinal de comprometimento do cilindro, é preciso submetê-lo a um teste hidrostático.

7.6.3.6 Antes de recolocar o registro ao final da inspeção, deve-se aplicar no gargalo do cilindro uma pasta antieletrólise.

7.6.3.7 Deve-se fazer um registro da inspeção, preferencialmente em uma ficha de cilindro e utilizar uma ficha para cada cilindro.

CAPÍTULO VIII
EMPREGO DAS TABELAS DE MERGULHO

8.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

8.1.1 O grande risco da atividade de mergulho é decorrente da variação de pressão a que o corpo do mergulhador está sujeito. A diminuição da pressão ambiente no momento da volta à superfície irá provocar o aumento do volume do gás que se encontra dissolvido no organismo. Caso esse processo não ocorra em uma velocidade que permita que o gás seja liberado pelo pulmão do mergulhador, serão formadas bolhas de gás em diversas partes do corpo dele podendo causar doenças com consequências graves para a saúde do mergulhador.

8.1.2 Nesse sentido, por meio do estudo da física aliado à prática da atividade de mergulho, ao longo dos anos foram escritas tabelas que trazem esquemas de descompressão que, de acordo com a profundidade e o tempo que o mergulhador passou no fundo, a tabela apresenta quanto tempo deve durar o deslocamento de retorno à superfície e, se for necessário, intervalos de tempo que o mergulhador deverá estacionar em determinadas profundidades.

8.1.3 Todo esse cuidado, durante o deslocamento, vai permitir que os gases dissolvidos no corpo do mergulhador sejam liberados com segurança minimizando os riscos para a saúde do mergulhador.

8.2 ARGUMENTOS DE ENTRADA

8.2.1 Argumentos de entrada são dados da situação na qual será realizado o mergulho. Antes de realizar o mergulho é importante que o mergulhador mensure com precisão os argumentos de entrada e empregue estes com cuidado nas tabelas a fim de determinar o esquema de descompressão adequado para o retorno à superfície ao término do mergulho.

8.2.2 A seguir serão apresentados os argumentos de entrada que são necessários nas diversas tabelas e como é possível mensurar seus valores com precisão, a fim de utilizar as tabelas com segurança.

8.2.3 PROFUNDIDADE

8.2.3.1 O mergulhador não pode entrar na água sem saber qual a profundidade que ele pretende atingir. Esse é o argumento mais importante, não apenas por ser empregado em todas as tabelas, mas também por determinar a pressão máxima que o corpo do mergulhador será submetido.

8.2.3.2 Existem diversas formas de determinar a profundidade máxima do local onde será realizado o mergulho. O mergulhador vai utilizar os meios que dispu-

ser para descobrir a profundidade do local que pretende mergulhar.

8.2.3.3 Se o mergulhador dispuser de um sonar, ele pode simplesmente empregá-lo para aferir a profundidade do ponto do mergulho (Fig 50).



Fig 50 - Console de um sonar

8.2.3.4 Dependendo da disponibilidade no local, o mergulhador pode dispor de uma carta náutica. Esse documento apresenta a profundidade da água em diversos pontos dentro de uma determinada região (Fig 51).



Fig 51 - Exemplo de Carta Náutica

8.2.3.5 Não dispondo de um sonar ou de uma carta náutica, o mergulhador pode determinar a profundidade da água utilizando uma poita e uma corda. Dependendo velocidade da correnteza, a corda amarrada na poita dificilmente ficará perfeitamente na vertical, sendo assim, a medida da profundidade não será precisa. Apesar da falta da precisão, a medida acabará errando para mais, o que dará segurança para o mergulho (Fig 52).



Fig 52 - Poita

8.2.4 TEMPO DE FUNDO

8.2.4.1 Cada mergulho tem uma finalidade, o mergulhador não irá se aventurar no ambiente subaquático sem um objetivo claro do que irá realizar dentro da água. O tempo de fundo do mergulho deverá ser dimensionado pelo mergulhador de forma que permita seu deslocamento até o fundo, tempo para executar a atividade do mergulho além de uma margem de folga para imprevistos.

8.2.4.2 O tempo de fundo é contado desde o momento que o mergulhador deixa a superfície até o momento que ele inicia o deslocamento de retorno, este será o argumento de entrada nas tabelas. A velocidade de descida do mergulhador não deve ser maior que 22,5 m/min (75 pés/min). A velocidade de subida é ainda mais importante, não deve ultrapassar 9 m/min (30 pés/min).

8.2.4.3 Para determinar o tempo de fundo, o mergulhador deve ter uma noção exata de quanto tempo ele necessita para cumprir a missão que irá realizar no fundo. Caso ele tenha muita experiência na atividade, ele pode estimar esse tempo, no entanto, a melhor forma de determinar o tempo de fundo é realizar um ensaio nas mesmas condições que o mergulhador vai encontrar no local da missão. Em um ambiente com profundidade menor que a do local da missão, o mergulhador pode realizar um ensaio da atividade e determinar com precisão quanto tempo de fundo será necessário ao tempo de trabalho, a esse tempo é importante se adicionar uma margem de segurança. É importante que o ensaio seja realizado em condição de visibilidade semelhante a do local da missão.

8.2.5 ALTITUDE

8.2.5.1 A altitude do local do mergulho é importante. Quanto maior a altitude do local do mergulho, menor será a pressão ambiente que o mergulhador estará exposto quando retornar à superfície. Por isso, acaba existindo um risco maior de que a descompressão não seja suficiente. O gás residual no organismo do mergulhador, por ocasião do retorno à superfície, poderia ser inofensivo se a pressão for de 1 atm, no entanto, sendo essa pressão ambiente menor, o gás residual pode representar um risco para o mergulhador.

8.2.5.2 Para determinar a altitude, o mergulhador pode utilizar um altímetro (Fig 53).



Fig 53 - Altímetro

8.2.5.3 Não dispondo de um altímetro o mergulhador pode extrair esse dado de uma carta topográfica. Os pontos cotados e as curvas de nível apresentam a altitude da região onde ocorre o mergulho (Fig 54).

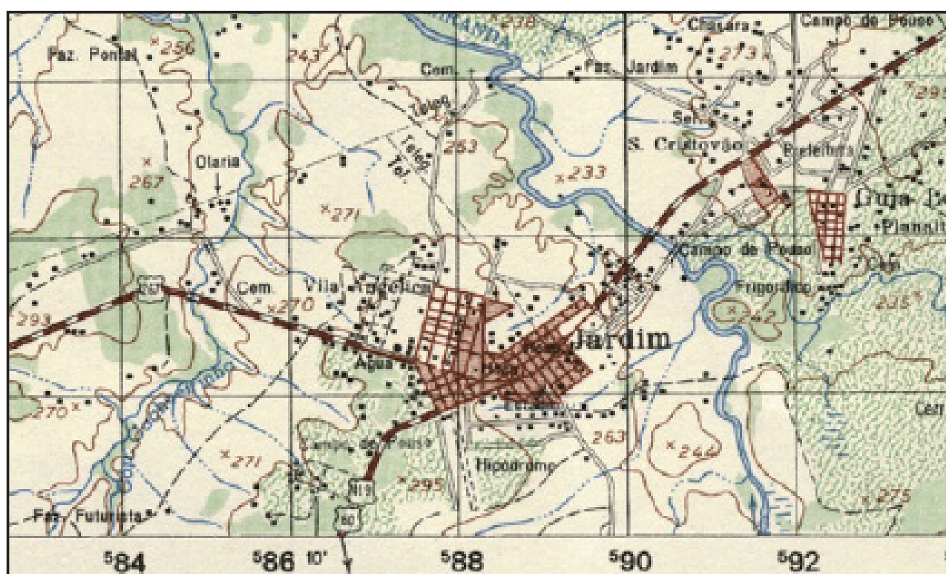


Fig 54 - Extrato de Carta Topográfica

8.2.5.4 Não dispondo de um altímetro ou da carta topográfica da região do mergulho, ainda é possível buscar informações com indivíduos da região ou mesmo na internet.

8.3 EMPREGO DA TABELA PADRÃO DE DESCOMPRESSÃO A AR

- A Tabela Padrão de Descompressão (TPD) a ar é simplesmente um conjunto com vários esquemas de descompressão na qual deve-se inserir os argumentos de profundidade do mergulho e tempo total de fundo, recebendo como resposta o esquema de descompressão que o mergulhador irá empregar para retornar à superfície, minimizando os riscos de desenvolver uma doença descompressiva no processo.

8.3.1 EXEMPLO DE USO DA TABELA

8.3.1.1 Uma equipe de mergulhadores vai realizar um trabalho na profundidade de 45 metros. Esse trabalho está previsto para durar 30 minutos.

8.3.1.2 Com esses dados o mergulhador vai pesquisar na TPD a profundidade do mergulho que irá realizar, caso não encontre, irá utilizar a profundidade imediatamente superior (Fig 55).

PROF	TTF	TPP	Paradas para descompressão									TTD	GR
metros pés	min	min:s	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10	min:s	
45	5										0	5:00	C
	10	4:40									1	6:00	E
	15	4:40									3	8:00	G
150	20	4:20								2	7	14:00	H
	25	4:20								4	17	26:00	K
	30	4:20								8	24	37:00	L
	40	4:00							5	19	33	62:00	N
	50	4:00							12	23	51	91:00	O
	60	3:40						3	19	26	62	115:00	Z
	70	3:40						11	19	39	75	149:00	Z
	80	3:20					1	17	19	50	84	176:00	Z

Fig 55 - Tabela Padrão de Descompressão a ar (em destaque a profundidade da tabela = 45m)

8.3.1.3 Verificado o primeiro argumento de entrada, insere-se o tempo de fundo. Respeitando a velocidade de 22,5 metros/minutos na descida, o mergulhador demorará 2 minutos no deslocamento de descida. Ao tempo de 2 minutos adiciona-se mais 30 minutos, que é o tempo que foi previsto como necessário para realizar o trabalho de fundo perfazendo um total de 32 minutos. Esse valor do Tempo Total de Fundo (TTP) que será pesquisado na tabela.

8.3.1.4 Não sendo encontrado o tempo de 32 minutos será utilizado o valor imediatamente superior, no caso da tabela da Fig 56 é o tempo de 40 minutos. Des-

sa forma, o esquema de descompressão utilizado para realizar um mergulho a 45 metros de profundidade com tempo total de fundo de 32 minutos é o esquema (45m/40 min).

PROF	TTF	TPP	Paradas para descompressão									TTD	GR
metros			27	24	21	18	15	12	9	6	3		
pés	min	min:s	90	80	70	60	50	40	30	20	10	min:s	
45	5										0	5:00	C
	10	4:40									1	6:00	E
	15	4:40									3	8:00	G
150	20	4:20								2	7	14:00	H
	25	4:20								4	17	26:00	K
	30	4:20								8	24	37:00	L
	40	4:00							5	19	33	62:00	N
	50	4:00							12	23	51	91:00	O
	60	3:40						3	19	26	62	115:00	Z
	70	3:40						11	19	39	75	149:00	Z
	80	3:20					1	17	19	50	84	176:00	Z

Fig 56 - Tabela Padrão de Descompressão a ar 45m (em destaque tempo de fundo = 40 min)

8.3.1.5 Partindo da profundidade do mergulho e do tempo de fundo, obtem-se da tabela os seguintes dados (Fig 57).

PROF	TTF	TPP	Paradas para descompressão									TTD	GR
metros			27	24	21	18	15	12	9	6	3		
pés	min	min:s	90	80	70	60	50	40	30	20	10	min:s	
45	5										0	5:00	C
	10	4:40									1	6:00	E
	15	4:40									3	8:00	G
150	20	4:20								2	7	14:00	H
	25	4:20								4	17	26:00	K
	30	4:20								8	24	37:00	L
	40	4:00							5	19	33	62:00	N
	50	4:00							12	23	51	91:00	O
	60	3:40						3	19	26	62	115:00	Z
	70	3:40						11	19	39	75	149:00	Z
	80	3:20					1	17	19	50	84	176:00	Z

Fig 57 - Tabela Padrão de Descompressão a ar - 45m (Esquema de Descompressão)

8.3.1.6 TPP: Tempo para a Primeira Parada = 4:00 minutos. Esse valor é o tempo que o mergulhador levará para se deslocar da profundidade de 45 metros até a profundidade de 9 metros, respeitando a velocidade de 9 metros por minuto (4x9=36m) (45-36=9m).

8.3.1.7 Paradas para descompressão: são os intervalos de tempo que o mergulhador deve permanecer estacionado em determinadas profundidades, permitindo a liberação dos gases dissolvidos no organismo. No exemplo, durante a subida, o mergulhador deverá permanecer 5 minutos na profundidade de 9

metros, se deslocar em 20 segundos para a profundidade de 6 metros onde permanecerá estacionado por 19 minutos. Após essa segunda parada, ele se desloca em 20 segundos para a profundidade de 3 metros na qual deve ficar estacionado por 33 minutos, retornando à superfície, em seguida, em mais 20 segundos de subida (Fig 58).

PROF	TTF	TPP	Paradas para descompressão									TTD	GR
metros			27	24	21	18	15	12	9	6	3		
pés	min	min:s	90	80	70	60	50	40	30	20	10	min:s	
45	5										0	5:00	C
	10	4:40									1	6:00	E
	15	4:40									3	8:00	G
150	20	4:20								2	7	14:00	H
	25	4:20								4	17	26:00	K
	30	4:20								8	24	37:00	L
	40	4:00							5	19	33	62:00	N
	50	4:00							12	23	51	91:00	O
	60	3:40						3	19	26	62	115:00	Z
	70	3:40						11	19	39	75	149:00	Z
	80	3:20					1	17	19	50	84	176:00	Z

Fig 58 - Tabela Padrão de Descompressão a ar - 45 m (em destaque as paradas para descompressão)

8.3.1.8 TTD: Tempo Total de Descompressão. Somando o tempo para a primeira parada (4 min), os tempos das paradas para descompressão (5+19+33 min), mais os tempos de deslocamentos entre as diversas profundidades (20s+20s+20s) onde houve paradas tem-se o TTD que é o tempo total de todo o esquema de descompressão (62 min).

8.3.1.9 O tempo total de descompressão (62 min) é importante por ser o tempo necessário para realizar todo o processo de descompressão. Esse valor, somado ao tempo total de fundo (32 min) será igual ao tempo total do mergulho (62+32=94min).

8.3.1.10 O tempo total do mergulho será o valor para o qual será dimensionada a quantidade de ar comprimido conduzido pelo mergulhador para o mergulho.

8.3.1.11 GR: o último dado da tabela apresenta uma letra que é o Grupo de Repetição (GR). O grupo de repetição é uma letra que representa a quantidade de gás inerte residual que restará no organismo do mergulhador ao término da descompressão. Esse gás será liberado do organismo naturalmente em até 24 horas, no entanto, caso haja a necessidade de realizar um novo mergulho dentro desse espaço de tempo, o Grupo de Repetição será utilizado com o auxílio da Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual para complementar os argumentos de escolha do Esquema de Descompressão para o segundo mergulho. No exemplo citado o grupo de repetição para o mergulho a 45m de profundidade com dura-

ção de 32 minutos tem como GR o "N".

8.3.2 GRÁFICO DE MERGULHO

8.3.2.1 Pode-se escriturar um gráfico com os dados do mergulho realizado com a finalidade de melhorar a visualização e o entendimento de todas as etapas do mergulho. Utilizando como exemplo, o mesmo mergulho apresentado no item **8.3.1** com a profundidade de 45 metros com o TTF de 32 minutos utilizando o esquema (45m/40min) observar como deve ficar o gráfico deste mergulho (Fig 59).

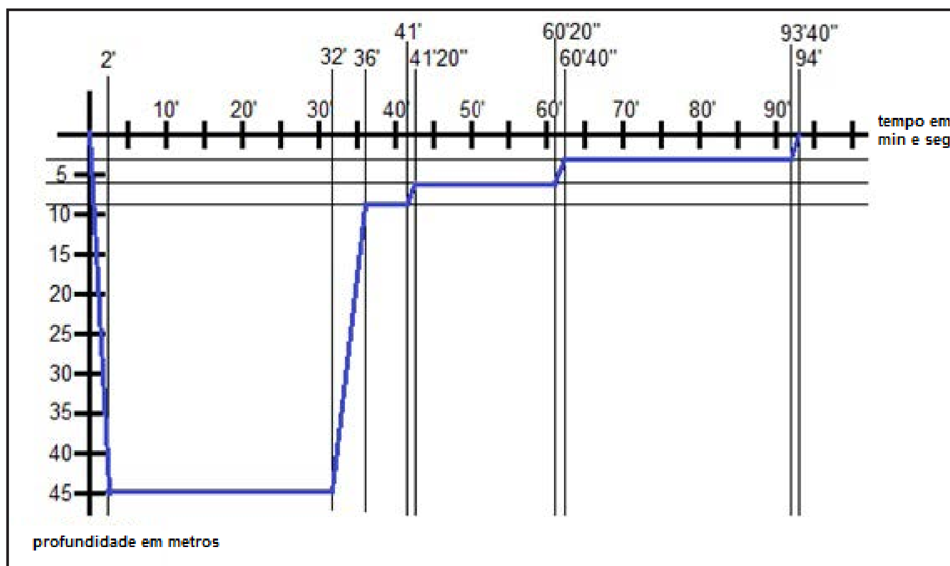


Fig 59 - Gráfico de Mergulho (exemplo)

8.3.2.2 O gráfico da Fig 59 é uma representação que relaciona o tempo e a profundidade em todas as etapas planejadas para o mergulho.

8.3.2.3 De 0 a 2' é o período que o mergulhador se deslocará até o fundo. O trabalho se realizará até 32' quando deverá ser iniciado o deslocamento de subida. Respeitando a velocidade de 9 m/min em 4 minutos, deverá ser realizado o deslocamento de 36 metros até o novo estacionamento na profundidade de 9 metros. A nova parada para descompressão inicia em 36' e dura 5' até 41'. Em 41' se inicia o novo deslocamento de subida. Mais 3 metros de deslocamento vertical realizados em 20" até iniciar a segunda parada para descompressão a 6 m de profundidade em 41'20". A segunda parada para descompressão irá durar 19' na profundidade de 6 m. Quando forem computados 60'20" do mergulho, mais 20"de subida até a última parada na profundidade de 3 m. A última parada para descompressão dura 33'. Após essa parada, inicia-se o último deslocamen-

to de subida de 3 m em 20”, em 93’40”. O mergulho terminará com o retorno do mergulhador à superfície em 94’.

8.3.2.4 O gráfico auxilia o mergulhador a concluir seu planejamento antes do mergulho, a fim de confirmar os cálculos e ter uma visualização clara de todas as etapas da atividade.

8.3.2.5 Condições específicas de correnteza e visibilidade podem dificultar os trabalhos de fundo, impedindo que o mergulhador conclua o trabalho no tempo previsto. Mesmo que o mergulhador não consiga concluir sua tarefa dentro do tempo planejado, ele deve iniciar sua descompressão no tempo planejado. Descumprir essa norma é muito perigoso uma vez que mais tempo pode necessitar que o mergulhador mude o esquema de descompressão necessário ou mesmo fazer com que o ar comprimido conduzido nos cilindros não seja suficiente para o retorno à superfície.

8.3.3 TABELA DE LIMITES E DESIGNAÇÃO DE GRUPOS DE REPETIÇÃO PARA MERGULHOS A AR SEM PARADA DE DESCOMPRESSÃO

8.3.3.1 Caso o tempo de fundo seja curto, haverá pouco gás comprimido dissolvido no organismo, sendo assim, o próprio deslocamento de retorno à superfície, respeitando a velocidade de 9 metros/minuto é suficiente para eliminar todo gás inerte presente no organismo sem a necessidade de realizar paradas de descompressão.

8.3.3.2 No exemplo anterior, caso o tempo total de fundo fosse de até 5 minutos, de acordo com a tabela, não seria necessário realizar nenhuma parada para descompressão (Fig 60). Realizando a subida em 5 minutos o retorno seria realizado em segurança.

PROF	TTF	TPP	Paradas para descompressão									TTD	GR
metros			27	24	21	18	15	12	9	6	3		
pés	min	min:s	90	80	70	60	50	40	30	20	10	min:s	
45	5										0	5:00	C
	10	4:40									1	6:00	E
	15	4:40									3	8:00	G
150	20	4:20								2	7	14:00	H
	25	4:20								4	17	26:00	K
	30	4:20								8	24	37:00	L
	40	4:00							5	19	33	62:00	N
	50	4:00							12	23	51	91:00	O
	60	3:40						3	19	26	62	115:00	Z
	70	3:40						11	19	39	75	149:00	Z
	80	3:20					1	17	19	50	84	176:00	Z

Fig 60 - Tabela Padrão de Descompressão a ar - 45 m (em destaque esquema de descompressão que não requer parada)

8.3.3.3 Da compilação de todos os esquemas de descompressão que não exigem a realização de paradas para descompressão das Tabelas Padrão de Descompressão a Ar surgiu a Tabela de Limites e Designação de Grupos de

Repetição para Mergulhos a Ar sem Parada de Descompressão. Essa tabela encontra-se nos anexos.

8.4 EMPREGO DA TABELA DE TEMPO DE NITROGÊNIO RESIDUAL

8.4.1 Nem todo gás inerte dissolvido no organismo é liberado durante o processo de descompressão realizado durante o retorno do mergulhador à superfície. Uma vez que a maior quantidade de gás inerte presente no ar comprimido é o Nitrogênio. Para efeito de estudo, todo gás inerte será tratado como Nitrogênio.

8.4.2 Após a realização adequada de um processo de descompressão, o Nitrogênio residual é liberado naturalmente pela respiração ao longo de até 12 horas. Caso haja a necessidade de realizar mergulhos com menos de 12 horas de intervalo de superfície obter-se-ão mergulhos sucessivos.

8.4.3 A Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual (TNR) converte o Grupo de Repetição do primeiro mergulho em tempo de nitrogênio residual. O tempo de Nitrogênio residual deve ser adicionado ao tempo de fundo planejado para o segundo mergulho. Dessa forma, se utilizará um esquema de descompressão diferente daquele que se utilizaria, caso não se tratasse de um mergulho sucessivo.

8.4.4 EXEMPLO DE MERGULHO SUCESSIVO

8.4.4.1 Será utilizado, como exemplo, o mesmo mergulho que foi realizado no exemplo anterior (um mergulho à profundidade de 45 m e que necessita de 30 minutos para realizar seu trabalho). O mergulhador realizará o segundo mergulho após 4 horas do término do mergulho anterior. Nesse caso, por haver um intervalo menor que 12 horas, trata-se de mergulhos sucessivos. Para o segundo mergulho deverá ser utilizado um esquema de descompressão diferente do utilizado no primeiro mergulho, o Esquema de Descompressão Equivalente.

8.4.4.2 Para encontrar o tempo de nitrogênio residual, primeiramente, é necessário encontrar o Grupo de Repetição do primeiro mergulho. Para o primeiro mergulho utiliza-se o esquema de descompressão (45m/40min) (Fig 61).

PROF metros pés	TTF min	TPP min:s	Paradas para descompressão 27 / 90	24 / 80	21 / 70	18 / 60	15 / 50	12 / 40	9 / 30	6 / 20	3 / 10	TTD min:s	GR
45	5										0	5:00	C
	10	4:40									1	6:00	E
	15	4:40									3	8:00	G
150	20	4:20								2	7	14:00	H
	25	4:20								4	17	26:00	K
	30	4:20								8	24	37:00	L
	40	4:00							5	19	33	62:00	N
	50	4:00							12	23	51	91:00	O
	60	3:40						3	19	26	62	115:00	Z
	70	3:40						11	19	39	75	149:00	Z
	80	3:20					1	17	19	50	84	176:00	Z

Fig 61 - Tabela Padrão de Descompressão a ar - 45m (em que destaque o grupo de repetição do esquema utilizado no exemplo anterior)

8.4.4.3 Com o Grupo de Repetição do primeiro mergulho deve-se partir para a TNR e determinar o Novo Grupo de Repetição (NGR). Quanto maior for o intervalo entre os mergulhos menos gás inerte haverá no organismo do mergulhador. Utilizando o GR do primeiro mergulho e o intervalo entre mergulhos, que no exemplo é de 4 horas, encontrar-se-á o novo NGR (Fig 62).

TABELA DE TEMPO DE NITROGÊNIO RESIDUAL

* Mergulho após intervalos de superfície maiores que 12 horas não são sucessivos.
Considere os tempos reais de fundo para entrada na TPD e a obtenção dos esquemas de descompressão de tais mergulhos.

1º
GR/IS → IS
2º NGR
2º
PMS → TNR

GRUPO DE REPETIÇÃO AO INÍCIO DO INTERVALO DE SUPERFÍCIE

GR \ NGR →	Z	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
A																0:10 12:00 *
B															0:10 3:20	3:21 12:00 *
C														0:10 1:39	1:40 4:49	4:50 12:00 *
D													0:10 1:09	1:10 2:38	2:39 5:48	5:49 12:00 *
E												0:10 0:54	0:55 1:57	1:58 3:24	3:25 6:34	6:35 12:00 *
F											0:10 0:45	0:46 1:29	1:30 2:28	2:29 3:57	3:58 7:05	7:06 12:00 *
G										0:10 0:40	0:41 1:15	1:16 1:59	2:00 2:58	2:59 4:25	4:26 7:35	7:36 12:00 *
H									0:10 0:36	0:37 1:06	1:07 1:41	1:42 2:23	2:24 3:20	3:21 4:49	4:50 7:59	8:00 12:00 *
I								0:10 0:33	0:34 0:59	1:00 1:29	1:30 2:02	2:03 2:44	2:45 3:43	3:44 5:12	5:13 8:21	8:22 12:00 *
J							0:10 0:31	0:32 0:54	0:55 1:19	1:20 1:47	1:48 2:20	2:21 3:04	3:05 4:02	4:03 5:40	5:41 8:50	8:51 12:00 *
K						0:10 0:28	0:29 0:49	0:50 1:11	1:12 1:35	1:36 2:03	2:04 2:38	2:39 3:21	3:22 4:19	4:20 5:48	5:49 8:58	8:59 12:00 *
L					0:10 0:26	0:27 0:45	0:46 1:04	1:05 1:25	1:26 1:49	1:50 2:19	2:20 2:53	2:54 3:36	3:37 4:35	4:36 6:02	6:03 9:12	9:13 12:00 *
M				0:10 0:25	0:26 0:42	0:43 0:59	1:00 1:18	1:19 1:35	1:36 2:05	2:06 2:34	2:35 3:08	3:09 3:52	3:53 4:49	4:50 6:18	6:19 9:28	9:29 12:00 *
N			0:10 0:24	0:25 0:39	0:40 0:54	0:55 1:11	1:12 1:30	1:31 1:53	1:54 2:18	2:19 2:47	2:48 3:22	3:23 4:04	4:05 5:03	5:04 6:32	6:33 9:43	9:44 12:00 *
O		0:10 0:23	0:24 0:36	0:37 0:51	0:52 1:07	1:08 1:24	1:25 1:43	1:44 2:04	2:05 2:29	2:30 2:59	3:00 3:33	3:34 4:17	4:18 5:16	5:17 6:44	6:45 9:54	9:55 12:00 *
Z	0:10 0:22	0:23 0:34	0:35 0:48	0:49 1:02	1:03 1:18	1:19 1:36	1:37 1:55	1:56 2:17	2:18 2:42	2:43 3:10	3:11 3:45	3:46 4:29	4:30 5:27	5:28 6:56	6:57 10:05	10:06 12:00 *

Fig 62 - Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual (em destaque a obtenção do NGR)

8.4.4.4 No exemplo apresentado tem-se o NGR "E". Com o NGR determinado, será definido qual é o TNR para o novo mergulho. Para isso, é preciso os seguintes argumentos de entrada: o NGR e a profundidade do segundo mergulho (Fig 63).

NGR = E   Profundidade do segundo mergulho = 45m

PROF. DO MERGULHO SUCESSIVO																	
m	pés	Z	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
3	10	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	797	279	159	88	39
6	20	**	**	**	**	**	**	917	399	279	208	159	120	88	62	39	18
9	30	†	†	†	349	279	229	190	159	132	109	88	70	54	39	25	12
12	40	257	241	213	187	161	138	116	101	87	73	61	49	37	25	17	7
15	50	169	160	142	124	111	99	87	76	66	56	47	38	29	21	13	6
18	60	122	117	107	97	88	79	70	61	52	44	36	30	24	17	11	5
21	70	100	96	87	80	72	64	57	50	43	37	31	26	20	15	9	4
24	80	84	80	73	68	61	54	48	43	38	32	28	23	18	13	8	4
27	90	73	70	64	58	53	47	43	38	33	29	24	20	16	11	7	3
30	100	64	62	57	52	48	43	38	34	30	26	22	18	14	10	7	3
33	110	57	55	51	47	42	38	34	31	27	24	20	16	13	10	6	3
36	120	52	50	46	43	39	35	32	28	25	21	18	15	12	9	6	3
39	130	46	44	40	38	35	31	28	25	22	19	16	13	11	8	6	3
42	140	42	40	38	35	32	29	26	23	20	18	15	12	10	7	5	2
45	150	40	38	35	32	30	27	24	22	19	17	14	12	9	7	5	2
48	160	37	36	33	31	28	26	23	20	18	16	13	11	9	6	4	2
51	170	35	34	31	29	26	24	22	19	17	15	12	10	8	6	4	2
54	180	32	31	29	27	25	22	20	18	16	14	11	10	8	6	4	2
57	190	31	30	28	26	24	21	19	17	15	13	10	10	8	6	4	2

Fig 63 - Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual (em destaque a obtenção do TNR)

8.4.4.5 O TNR encontrado é de 12 minutos. Esse tempo deverá ser somado ao tempo de fundo planejado para o segundo mergulho, no exemplo, 32 minutos, perfazendo um total de 44 minutos.

8.4.4.6 Importante ressaltar que o segundo mergulho não terá 44 minutos de fundo, será utilizado esse tempo para determinar qual será o esquema de descompressão utilizado no mergulho sucessivo. Esse esquema será o Esquema de Descompressão Equivalente (Fig 64).

8.4.4.7 Voltando a Tabela Padrão de Descompressão a Ar será determinado qual o Esquema de Descompressão utilizado.

PROF metros pés	TTF min	TPP min:s	Paradas para descompressão 27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10	TTD min:s	GR
45	5										0	5:00	C
	10	4:40									1	6:00	E
	15	4:40									3	8:00	G
150	20	4:20								2	7	14:00	H
	25	4:20								4	17	26:00	K
	30	4:20								8	24	37:00	L
	40	4:00							5	19	33	62:00	N
	50	4:00							12	23	51	91:00	O
	60	3:40						3	19	26	62	115:00	Z
	70	3:40						11	19	39	75	149:00	Z
	80	3:20					1	17	19	50	84	176:00	Z

Fig 64 - Tabela Padrão de Descompressão a ar (em destaque o Esquema de Descompressão Equivalente)

8.4.4.8 Então, para o mergulho sucessivo, apesar de ser um mergulho de profundidade 45 metros, e TTF 32 minutos, o esquema de descompressão utilizado será (45m/50min) por se tratar de um mergulho sucessivo e utilizar um esquema de descompressão equivalente.

8.5 CORREÇÃO DE PROFUNDIDADE PARA MERGULHOS EM ALTITUDE

8.5.1 Como já foi explicado, mergulhos em altitude requerem maior cuidado ao se realizar o processo de descompressão. Uma vez que o mergulhador será exposto a uma pressão ambiente menor que 1 atm, quando retornar à superfície, a quantidade de gás inerte que seria tolerável pelo organismo ao nível do mar não será em grandes altitudes.

8.5.2 Desse modo, é necessário converter a profundidade real do mergulho em uma profundidade equivalente que determine um esquema de descompressão condizente com o mergulho que será realizado.

8.5.3 Não quer dizer que o mergulho será realizado a uma profundidade maior do que se planeja, e sim que o esquema de descompressão a ser utilizado para o mergulho não será determinado apenas pela profundidade e tempo de fundo, mas também pela altitude do local a ser realizada a atividade.

8.5.4 Existem dois métodos para corrigir a profundidade de um mergulho em altitude: o método empírico ou pelo emprego da Tabela de Profundidade Equivalente para Mergulho em Altitude.

8.5.5 Pelo método empírico deve-se multiplicar a profundidade planejada para o mergulho pelo fator de correção adequado (Tab 13).

8.5.6 Exemplo: será realizado um mergulho até a profundidade de 45 m em um local com altitude de 500 m.

Altitude (m)	Fator de Correção
0 a 100	1.00
100 a 300	1.25
300 a 2000	1.33
2000 a 3000	1.50

Tab 13 - Tabela de fatores de correção para Mergulho em Altitude

8.5.7 De acordo com a tabela de fatores de correção, para uma altitude de 500m o fator adequado é 1.33. Escolhido o fator adequado, basta multiplicá-lo pela profundidade que se pretende atingir, no caso 45 m, e se descobre qual a profundidade equivalente. Sendo a profundidade de 59.85 m.

8.5.8 Não significa que se deve mergulhar até a profundidade de 56 m, mas sim que o esquema de descompressão selecionado na TPD deve ser o 58m/60min.

8.5.9 O outro método de determinar a profundidade equivalente é pelo uso da Tabela de Profundidade Equivalente para Mergulho em Altitude. Para isso é utilizado como argumentos de entrada a altitude do local (500 m) e a profundidade planejada para ser atingida no mergulho (45 m).

8.5.10 A tabela (Fig 65) traz os dados em pés. Nesse caso, deve-se converter as medidas apresentadas (500 m = 1640.4 ft / 45 m = 147.64 ft). Inserindo os argumentos na tabela tem-se:

Prof.	Altitude									
(Pés)	1080	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15
15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25
20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30
25	25	30	30	30	35	35	35	35	35	40
30	30	35	35	35	40	40	40	50	60	60
35	35	40	40	50	50	50	50	50	60	60
40	40	50	50	50	50	50	60	60	60	60
45	45	50	60	60	60	60	60	70	70	70
50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	80
55	55	60	70	70	70	70	80	80	80	80
60	60	70	70	70	80	80	80	90	90	90
65	65	70	80	80	80	90	90	90	100	100
70	70	80	80	90	90	90	100	100	100	110
75	75	90	90	90	100	100	100	110	110	110
80	80	90	90	100	100	100	110	110	120	120
85	85	100	100	100	110	110	120	120	120	130
90	90	100	110	110	110	120	120	130	130	140
95	95	110	110	110	120	120	130	130	140	140
100	100	110	120	120	130	130	130	140	140	150
105	105	120	120	130	130	140	140	150	150	160
110	110	120	130	130	140	140	150	150	160	160
115	115	130	130	140	140	150	150	160	170	170
120	120	130	140	150	150	160	160	170	170	180
125	125	140	140	150	160	160	170	170	180	190
130	130	140	150	160	160	170	170	180	190	190
135	135	150	160	160	170	170	180	190	190	200
140	140	160	160	170	170	180	180	190	200	210
145	145	170	170	170	180	190	190	200	210	
150	150	170	170	180	190	190	200	210		

Fig 65 - Seção extraída da Tabela de Profundidade Equivalentes para Mergulhos em Altitude (em destaque a Profundidade Equivalente)

8.5.11 Da mesma forma em que é determinada a profundidade equivalente para o mergulho, deve-se corrigir as profundidades nas quais serão realizadas as paradas para descompressão. Na mesma tabela encontram-se as profundidades equivalentes de acordo com a altitude que se realiza o mergulho (Fig 66).

Prof	Altitude									
(pés)	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Prof. da Parada Descomp.	**Profundidades Equivalentes**									
10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7
20	19	19	18	17	17	16	15	15	14	14
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21
40	39	37	36	35	33	32	31	30	29	28
50	48	47	45	43	42	40	39	37	36	34
60	58	56	54	52	50	48	46	45	43	41

Fig 66 - Seção extraída da Tabela de Profundidades Equivalentes para Mergulhos em Altitude (em destaque as profundidades equivalentes das paradas para descompressão)

8.5.12 NITROGÊNIO RESIDUAL EM ALTITUDE

8.5.12.1 Ao nível do mar, o organismo humano possui uma quantidade de nitrogênio dissolvido em seus tecidos, com o aumento da altitude e consequente diminuição da pressão ambiente, esse nitrogênio começa a ser liberado o que pode ser um risco para a saúde do mergulhador até que esse nitrogênio seja equalizado. Dessa forma, a simples variação de altitude do mergulhador pode ser convertida em um grupo de repetição que pode ser utilizada de forma análoga ao mergulho sucessivo.

8.5.12.2 A tabela 14 fornece os grupos de repetição associados à variação de altitude com relação ao deslocamento de um mergulhador do nível do mar para a localidade mais elevada, onde será realizado o mergulho.

Altitude (pés)	Grupo de Repetição
1.000	A
2.000	B
3.000	B
4.000	C
5.000	D
6.000	E
7.000	E
8.000	E
9.000	G
10.000	H

Tab 14 - Grupos de repetição para deslocamentos em altitude.

8.5.12.3 Como exemplo, imagina-se um mergulhador que está ao nível do mar

e deverá se deslocar para uma localidade que tem a altitude de 4.000 pés, onde este realizará um mergulho que atingirá a profundidade de 30 m. Ao chegar ao destino ele passa 5 horas até ficar pronto para iniciar o mergulho. Utiliza-se o grupo de repetição “C” e o tempo de 5 horas como intervalo de superfície e a profundidade do mergulho sucessivo de 30 m. Inserindo esses dados na Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual obtem-se o TNR e, com este, o Esquema de Descompressão Equivalente. Lembrando que, com mais de 12 horas na mesma altitude não há mergulho sucessivo.

8.5.13 VOO APÓS O MERGULHO

8.5.13.1 Como já é sabido o nitrogênio dissolvido no organismo não é totalmente liberado logo após o mergulho, parte deste prossegue sendo liberado em um período de até 24 horas, até que o organismo se equalize com o ambiente. Viajar de avião nesse intervalo, oferecerá uma pressão ambiente reduzida ao mergulhador, especialmente quando se trata de aviões com cabines que não são pressurizadas.

8.5.13.2 A diminuição da pressão ambiente pode ser perigosa nesse período e, quanto maior for a dissolução de gases inertes no organismo maior será o risco. A quantidade de gás inerte é avaliada pelo grupo de repetição do mergulho realizado e a altitude do voo a ser realizado dá a referência da diminuição da pressão ambiente durante o voo.

8.5.13.3 A tabela 15 apresenta os intervalos de superfície necessários para realizar voos com segurança após a execução de mergulhos.

GR	Diferença de Altitude (pés)									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
A	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
B	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	02:01
C	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	08:26
D	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:09	03:28	07:33	12:52
E	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:51	03:45	06:54	10:59	16:18
F	00:00	00:00	00:00	00:00	01:12	03:40	06:23	09:43	13:47	19:07
G	00:00	00:00	00:00	00:00	03:34	06:02	08:46	12:05	16:10	21:29
H	00:00	00:00	01:31	03:26	05:37	08:05	10:49	14:09	18:13	23:33
I	00:00	00:00	01:31	03:26	07:26	09:54	10:49	14:09	20:02	24:00:00
J	01:32	03:09	04:57	06:52	09:04	11:32	14:16	15:58	21:39	24:00:00
K	03:00	04:37	06:25	08:20	10:32	13:00	15:44	19:03	23:07	24:00:00
L	04:21	05:57	07:46	09:41	11:52	14:20	17:04	20:23	24:00:00	24:00:00
M	05:35	07:11	09:00	10:55	13:06	15:34	18:18	21:37	24:00:00	24:00:00
N	06:43	08:20	10:08	12:03	14:14	16:42	19:26	22:46	24:00:00	24:00:00
O	07:47	09:24	11:12	13:07	15:18	17:46	20:30	23:49	24:00:00	24:00:00
Z	08:17	09:54	11:42	13:37	15:49	18:17	21:01	24:00:00	24:00:00	24:00:00

Tab 15 - Intervalos de superfície para voos após mergulhos.

8.6 CONCLUSÃO

8.6.1 A eliminação dos gases inertes durante o mergulho é uma atividade que deve ser realizada com cautela. Por não apresentar sintomas imediatos, o mergulhador só irá perceber que teve uma descompressão deficiente quando já estiver na superfície, sendo assim, muita disciplina é exigida do mergulhador no cumprimento dessa etapa do mergulho.

8.6.2 Existem computadores de pulso que avaliam as condições de execução do mergulho em tempo e pressão ambiente e, por possuírem em seu banco de dados tabelas de descompressão, realizam automaticamente os cálculos e informam para o mergulhador durante o mergulho as paradas para descompressão que serão necessárias e quando deve realizá-las, a fim de eliminar os gases inertes a contento.

8.6.3 Esses computadores são muito eficientes e não têm um custo elevado, no entanto, um planejamento adequado seguido com disciplina será suficiente para proteger a saúde do mergulhador que não possua um equipamento deste tipo.

CAPÍTULO IX
PROCEDIMENTOS NA ÁGUA

9.1 PROCEDIMENTOS A SEREM REALIZADOS AO LONGO DO MERGULHO

9.1.1 PREPARO DO MERGULHADOR

9.1.1.1 Após os mergulhadores inspecionarem e testarem os seus equipamentos, eles deverão dar o "pronto" ao supervisor de mergulho que, por sua vez, dará as instruções finais para a operação. Estas instruções são fundamentais para o sucesso e segurança da operação e abordarão somente o mergulho que está por iniciar. Todo pessoal diretamente envolvido deverá participar e entender cada detalhe do planejamento traçado para a operação.

9.1.1.2 Deverá ser dada especial atenção aos seguintes pontos:

- limites de tempo do mergulho;
- dificuldades esperadas;
- participação de outros mergulhadores;
- fases do mergulho;
- sinais combinados;
- procedimentos de emergência, ação em caso de separação;
- condições ambientais; e
- perigos existentes no local.

9.1.1.3 Quando a equipe de mergulho estiver ciente de cada detalhe da operação, os mergulhadores estarão prontos para iniciar o mergulho, equipando-se na sequência abaixo:

- roupa de mergulho;
- botas e capuz;
- cinto de lastro;
- faca;
- medidores de informações, bússola, profundímentro, cilindro;
- acoplado ao colete equilibrador com auxílio do Mergulhador que compõe a dupla (o dupla), ajustando os tirantes e abrindo o registro da torneira;
- nadadeiras; e

- máscara.

9.1.1.4 Após a equipagem, os mergulhadores darão um novo "pronto" ao supervisor de mergulho, que os inspecionará visualmente e verificará se o conjunto de respiração está funcionando adequadamente, e assegurará que os mergulhadores estão em boas condições físicas e mentais para o mergulho; e, ainda:

- verificará se os mergulhadores estão portando o equipamento mínimo para o mergulho com o equipamento autônomo;

- verificará se cada dupla possui medidores de informações;

- verificará se a pressão do cilindro foi aferida e se ela possui pressão de ar suficiente para duração planejada do mergulho;

- assegurará que a fivela do cinto de lastro pode ser alcançada por ambas as mãos do mergulhador e que o cinto está corretamente afivelado, e fora de todos os tirantes do colete equilibrador ou do *backpack*;

- verificará se o colete equilibrador está livre para expandir-se e que todo ar do seu interior foi retirado;

- verificará a posição da faca e se certificará que ela será mantida com o mergulhador e que ela possa ser alcançada por ambas as mãos;

- assegurará que o registro da torneira do cilindro tenha sido totalmente aberto e retornado de um quarto de volta; e

- verificará se as mangueiras do equipamento estão desobstruídas.

9.1.1.5 Após isso, os mergulhadores estarão então prontos para entrar na água, onde os equipamentos serão novamente testados e inspecionados, com ajuda da dupla antes do mergulho.

9.1.2 ENTRADA NA ÁGUA DO MERGULHADOR

9.1.2.1 A maneira de entrar na água dependerá, naturalmente, do local. De qualquer modo, deve-se ter atenção para os seguintes pontos: a máscara deverá ser mantida em posição e o cilindro seguro para que não bata na cabeça, no caso de saltar para a água, as nadadeiras atrapalham o andar e na entrada, a partir de uma praia, deve-se fazê-lo de costas e deitando-se tão logo a profundidade o permitir.

9.1.2.2 Tipos de Entrada na Água

9.1.2.2.1 Sentado de frente para a água: posição utilizada para entrar em piscinas ou, a partir do *deck* de embarcações que possuam costado baixo ou plataforma de mergulho nos espelhos de popa (Fig 67). Deve-se partir da posição sentado na borda, apoiar as duas mãos em sua lateral, erguendo o corpo com os braços e girando-o de forma que as costas e o cilindro fiquem voltados para

fora e longe da borda, evitando o seu contato físico e ficando em pé na água de frente para borda.



Fig 67 - Entrada na água sentado na borda

9.1.2.2.2 Sentado de costas ou rolamento de costas: método utilizado principalmente em plataformas instáveis, embarcações miúdas ou com o bordo baixo (Fig 68). Efetua-se a cambalhota de costa, a partir da posição de sentado na borda, caindo sobre as costas.



Fig 68 - Entrada na água sentado na borda

9.1.2.2.3 Passo de Gigante: partindo da posição ereta, de frente para a água, o mergulhador salta com as pernas afastadas uma da outra, como numa grande passada (Fig 69). Ao cair na água é recomendado efetuar uma pernada contrária, tipo tesoura, invertendo a posição das pernas, evitando-se afundar em demasia. Este método é utilizado em locais que não se sabe a profundidade ou quando não interessa submergir muito na queda.



Fig 69 - Entrada na água pelo passo do gigante

9.1.2.2.4 Deve-se observar ainda os seguintes pontos:

- com uma das mãos, o mergulhador segura a válvula e a máscara, simultaneamente; e

- com outra mão segura, o colete e o cilindro junto às costas, evitando que no momento do impacto com a água ele venha a subir e bater o 1º estágio do regulador na nuca.

9.1.2.3 Seja qual for o método de entrada na água utilizado, é preciso sempre manter o máximo de controle possível e, assim que voltar à superfície, ajustar o equipamento e sinalizar sobre suas condições ao companheiro ou a quem estiver monitorando seu mergulho.

9.1.3 MERGULHADOR NA SUPERFÍCIE DA ÁGUA

9.1.3.1 Uma vez na água, os mergulhadores deverão fazer um novo teste em seu equipamento. Durante o salto, peças do equipamento poderão ter saído de posição ou mesmo ter caído. Caso haja algum vazamento, este se tornará evi-

dente, válvulas poderão disparar e máscaras alagarem.

9.1.3.2 Por ocasião do teste, os mergulhadores deverão: testar o conjunto de respiração, respirando lentamente através da válvula reguladora. Eles deverão respirar com facilidade e sem resistência. Não deverá haver vazamento; verificar se há vazamentos no equipamento do dupla, principalmente junto às conexões (1º estágio com a torneira do cilindro, mangueira com as válvulas e 2º estágio); verificar o posicionamento do equipamento e tirantes do dupla; verificar se a máscara facial está convenientemente adaptada ao rosto, desalagando-a se necessário; esgotar totalmente o colete equilibrador.

9.1.3.3 Após a realização do teste, os mergulhadores deverão orientar-se com a ajuda da bússola ou através de pontos naturais como o sol, pedras, correnteza ou pontos de terra. Em seguida, darão o “pronto” para o supervisor, através de sinal manual, e este ordenará que deixem à superfície. Ao iniciar o mergulho descerão preferencialmente por um cabo guia.

9.1.4 MERGULHADOR DESCENDO

9.1.4.1 Com o tempo de fundo iniciado, os mergulhadores sinalizarão um para o outro e juntos iniciarão a descida. De qualquer modo, a velocidade de descida não deve exceder 22,5 metros por minuto. Em locais de baixa visibilidade, os mergulhadores deverão manter um braço estendido a sua frente para evitar qualquer choque com a cabeça.

9.1.4.2 Ao alcançarem o local do mergulho, os mergulhadores deverão se orientar e verificar as condições do local, e se estas forem radicalmente diferentes das previstas ou parecerem perigosas, o mergulho deverá ser abortado e o Comandante da Guarnição informado do que está ocorrendo. O mesmo procedimento deverá ser cumprido se houver necessidade de um novo planejamento para a realização do mergulho. Os mergulhadores deverão retornar à superfície e discutir a situação com o Comandante da Guarnição, obtendo autorização para modificar o planejamento.

9.1.4.3 Descida em pé: o mergulhador fixará um ponto de referência (árvores, pedras, embarcações, etc.) e descerá na posição vertical, com os pés voltados para baixo, segurando o cabo guia até tocar o fundo.

9.1.4.4 Descida em três tempos (Canivete): o mergulhador procederá conforme Fig 70.

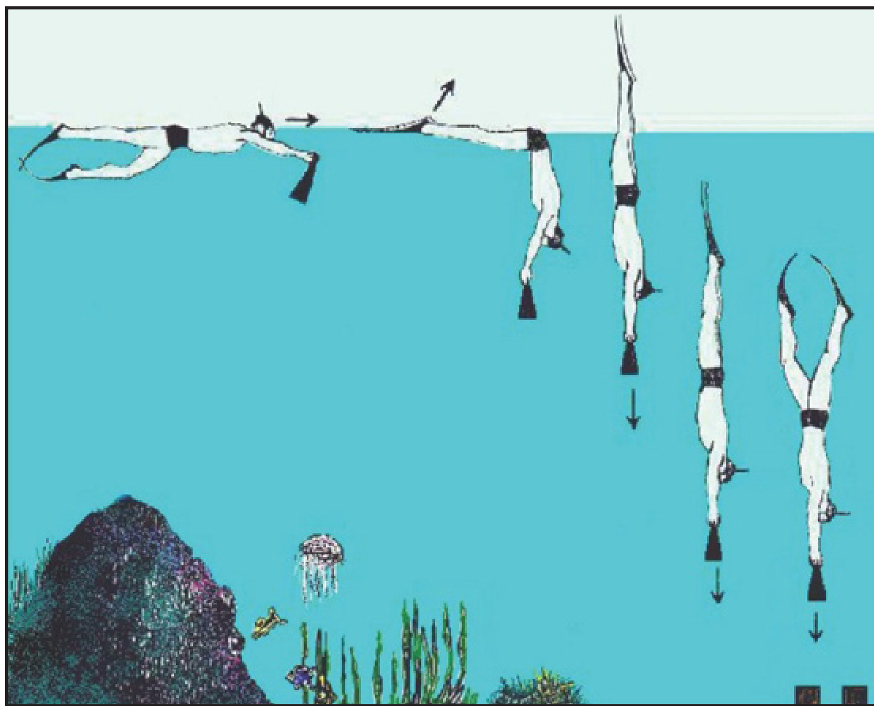


Fig 70 - Descida em 3 tempos (Canivete)

9.1.5 MERGULHADOR NO FUNDO

9.1.5.1 Ao iniciar o trabalho no fundo, os mergulhadores deverão ter em mente suas próprias limitações, bem como as do equipamento. Assim, deverão lembrar o tempo máximo que dispõe pela duração do seu suprimento de ar, a inconveniência de fazer parada de descompressão, etc. Deverão limitar o esforço físico, de modo a não superar a capacidade de fornecimento de ar do seu equipamento e manter um ritmo respiratório calmo, não pensando jamais em reduzir propositadamente o ritmo respiratório para prolongar o mergulho, situação que poderá conduzir à intoxicação por CO_2 com todas as suas consequências. As partes mais pesadas do trabalho deverão ser realizadas no início do mergulho, quando o suprimento de ar é grande e o homem está descansado.

9.1.5.2 Mergulhos em dupla: é o tipo de mergulho que oferece maior segurança nas operações de mergulho. Somente em circunstâncias excepcionais, ou utilizando equipamento de mergulho dependente, poderá atuar o mergulhador isolado; de qualquer forma, será unido à superfície por uma linha de vida. Mergulhadores operando em dupla são responsáveis pelo cumprimento da tarefa designada e pela segurança do companheiro.

9.1.5.3 As regras básicas do mergulho em dupla são: jamais perder o contato visual ou físico com o dupla. Com boa visibilidade, mantê-lo em contato visual. Em baixa visibilidade, utilizar o cabo de ligação; conhecer o significado de todos os Sinais Manuais e Sinais Convencionados de Mergulho; se algum sinal for dado, ele deverá ser imediatamente entendido e respondido. Deverá ser considerada uma emergência, o fato do dupla não responder o sinal; monitorar as ações e as condições físicas do dupla. Conhecer os sintomas de doença descompressiva, narcose e intoxicações.

9.1.5.4 Se o dupla estiver em perigo ou apresentar um comportamento anormal, a causa deverá ser imediatamente determinada e o apropriado procedimento de emergência cumprido; NUNCA DEIXAR O DUPLA SOZINHO, a menos que ele esteja enroscado e não possa ser socorrido sem uma ajuda adicional. Se o mergulhador reserva ou outro mergulhador não puder ser alcançado imediatamente, marcar a localização do acidentado com um cabo ou boia.

9.1.5.5 Estabelecer um plano de busca para encontrar um mergulhador perdido. Se o contato com o dupla for quebrado, o plano de busca deverá ser cumprido imediatamente. Se um dos mergulhadores abortarem o mergulho por qualquer motivo, o dupla também deverá fazê-lo, retornando ambos à superfície. Conhecer e estar pronto para realizar troca de bocal.

9.1.5.6 Havendo perda do suprimento de ar ou mal funcionamento do conjunto de respiração, o mergulhador, cujo o suprimento de ar está deficiente, deverá proceder como listado a seguir: manter a calma e sinalizar o problema para o dupla, apontando para o bocal; não tomar o bocal da válvula reguladora do dupla. O mergulhador deverá colocar uma das mãos sobre a mão com a qual o dupla está segurando a sua válvula; os mergulhadores se apoiarão mutuamente, segurando um dos braços ou tirantes, com a outra mão; o dupla após duas inspirações, oferecerá o seu bocal ao companheiro, que pegando a mão (não o bocal), desalagará o equipamento, comprimindo o botão de purga do 2º estágio. Antes de respirar, fará uma ligeira expiração para confirmar o desalagamento e inspirará. Cada mergulhador deverá respirar duas vezes e passar o bocal ao companheiro. Após estabelecer um calmo regime de trocas, deverá ser iniciada a subida. A troca de bocal é um procedimento de emergência que deverá ser praticado e todo mergulhador deverá estar familiarizado com ele.

9.1.6 MERGULHADOR VOLTANDO À SUPERFÍCIE

9.1.6.1 Quando chegar o momento de retornar a superfície, ambos os mergulhadores sinalizarão o fim do mergulho. Quando o sinal tiver sido compreendido, eles iniciarão juntos a subida. O fim do mergulho poderá ser caracterizado por duas situações: um retorno normal à superfície ou uma subida de emergência. O primeiro caso deverá ser conduzido numa razão de subida de 9 metros (30 pés) por minuto.

9.1.6.2 Para melhor o controle, deverá ser realizada a subida ao longo de um cabo de fundo graduado e os mergulhadores deverão estar cientes de suas eventuais paradas, embora, como já foi dito, mergulho com descompressão deverá ser evitado. Quando estiverem subindo, os mergulhadores deverão manter um braço esticado verticalmente para evitar colisão com qualquer objeto e observar os objetos nas redondezas, particularmente os flutuantes na superfície.

9.1.6.3 Uma infinidade de situações poderá determinar uma subida em emergência. Uma falha inesperada do equipamento, um mergulhador com problemas de saúde, uma intoxicação, um ferimento, variações severas nas condições ambientais, são exemplos desses determinantes. No caso do suprimento de ar continuar normal, o problema é minorado, devendo a dupla iniciar a subida na razão citada. Uma cuidadosa avaliação deverá preceder a decisão de um mergulhador diante de um companheiro com distúrbios respiratórios ou inconscientes.

9.1.7 CHEGANDO À SUPERFÍCIE

- Chegando à superfície, os mergulhadores deverão estar certos de que não estão sob o casco da embarcação de apoio ou sob outros objetos. Eles deverão prestar atenção ao som de propulsores (hélices em movimento, motores) de embarcações e atrasar a chegada até estarem certos de que não correm perigo. Na superfície deverão procurar em todas as direções e localizar seu ponto de apoio, outros mergulhadores e qualquer embarcação que estiver se aproximando. Eles também deverão inflar o colete equilibrador e descansar enquanto aguardam o socorro.

9.1.8 APÓS O MERGULHO

- Alguns problemas fisiológicos não serão detectados de imediato. O comandante da guarnição náutica e os demais membros da equipe deverão estar permanentemente alertas quanto a esta possibilidade. Por esta razão, os mergulhadores deverão ser mantidos em observação o maior tempo possível. Se as suas condições físicas forem satisfatórias, a primeira tarefa dos mergulhadores após o mergulho será inspecionar o seu equipamento.

9.2 AS OPERAÇÕES DE MERGULHO

9.2.1 A fim de padronizar os procedimentos nas operações realizadas pela guarnição de mergulho, no intuito de estabelecer as condutas e as atividades pertinentes, as seguintes normas devem ser cumpridas na execução de atividades de mergulho.

9.2.2 ASPECTOS RELEVANTES DE UMA OPERAÇÃO DE MERGULHO

9.2.2.1 Transportes Adequados

9.2.2.1.1 Viaturas com espaço suficiente para transportar o equipamento e recolher o objeto do mergulho.

9.2.2.1.2 Embarcações ou barcos a motor são os mais adequados nas épocas chuvosas.

9.2.2.2 Equipamentos Adequados

9.2.2.2.1 Cilindros em número suficiente e com carga completa.

9.2.2.2.2 Compressor para mergulhos distantes sem condições de recarga de cilindros.

9.2.2.2.3 Boias para localização dos mergulhadores.

9.2.2.2.4 Balsas de apoio para mergulhos em água doce.

9.2.2.2.5 Iluminação nos mergulhos noturnos ou em água doce.

9.2.2.2.6 Material suficiente para a busca do objeto e segurança como os Cabos da Vida para comunicação.

9.2.3 SUPRIMENTOS

9.2.3.1 Suprimento gasoso em quantidade suficiente e com mistura gasosa compatível com profundidade e o tempo.

9.2.3.2 Alimentar o mergulhador, pois exige reposição energética e hidratação compatível com o esforço físico.

9.2.4 AVALIAÇÃO AMBIENTAL

- Verificar a presença de poluentes, principalmente em lagoas e rios, por serem possíveis receptores de afluentes contaminados. Obtém-se o suporte adequado com informações sobre acesso ao local, condições do tempo, avaliação do objetivo e sua localização. Tais informações poderão ser levantadas junto às autoridades locais ou através de análise química e/ou biológica da água.

9.3 TIPOS DE OPERAÇÕES DE MERGULHO

9.3.1 OPERAÇÕES DE BUSCAS E RESGATE SUBAQUÁTICAS

- As operações de Busca e Resgate deverão ser prescindidas de um Mergulho de reconhecimento que servirá para confirmar ou alterar os dados disponíveis, e complementares com outros colhidos no próprio local. Deve ser verificado nessas operações:

9.3.1.1 O peso do objeto e a profundidade em que se encontra: com tais informações deve-se determinar que tabela de mergulho será usada, qual a quantidade de ar para mergulho e reflutuação, e qual a quantidade de mergulhadores necessária.

9.3.1.2 Os pontos de maior e menor resistência do objeto que determinará onde serão fixados os aparelhos de reflutuação, se a estrutura do objeto está intacta

ou avariada, pois as vezes poderá ser necessário repará-la ou reforçar, para que aguente a reflutuação.

9.3.1.3 Qual o tipo de fundo está depositado o objeto, se for argiloso, com ou sem visibilidade, com partículas finas, tende a levantar suspensão durante os trabalhos, turvando a água. Se há espaço para realizar a reflutuação, pois o sistema poderá ao subir prender-se ou causar acidentes no percurso e na superfície. Se o objeto está depositado no fundo, enterrado, obstruído, ou preso, que poderá envolver o uso de sucção, jato d´água, ou corte de estruturas.

9.3.2 BUSCAS SUBAQUÁTICAS

- A localização de objetos abaixo da superfície das águas representa muitas vezes a parte mais difícil de uma operação de mergulho. Muitas das vezes os objetos a serem localizados passam despercebidos pelos mergulhadores, uma vez que a visibilidade e as condições do meio líquido não apresentam fatores que facilitam tal operação.

9.3.2.1 Fatores condicionantes: uma série de fatores influi no grau de dificuldade de uma busca subaquática.

9.3.2.1.1 Visibilidade na Água: as operações de busca em águas principalmente sem visibilidade deveram ser realizadas com o máximo de segurança e não deverá exceder a profundidade máxima de 2 ATM ou 10 m.

9.3.2.1.2 Dimensões do Alvo: quanto maior o alvo, mais fácil será sua localização. Objetos de grandes dimensões permitem o emprego de diversos meios para localizá-lo, como sonares, detectores magnéticos aerotransportados, garateias etc. Pequenos objetos implicam normalmente em indicações muito precisas.

9.3.2.1.3 Mobilidade do Alvo: ser o alvo estático ou móvel influi muito no planejamento da busca. Um alvo estático terá sua busca centrada em um ponto, em torno do qual irá sendo expandida. Para alvos móveis é preciso estabelecer um *datum*. O *datum* é a posição mais provável do alvo no momento em que se inicia a busca. Para isso, recomenda-se determinar as características de movimento das águas e seu efeito sob um objeto semelhante ao alvo. Para objetos derivantes, é muitas vezes preferível estabelecer uma barreira a jusante, inclusive usando redes de pesca ou similar.

9.3.2.1.4 Correnteza: além de influir no comportamento de objetos móveis, influi também sobre o mergulhador. Poderá facilitar uma busca, reduzindo o esforço ou dificultá-la criando suspensão ou enterrando o objeto. A visão é o sentido mais eficiente em uma busca subaquática, já que permite classificar qualquer contato, isto é, permite uma identificação positiva do alvo (obviamente, para que tal aconteça, é preciso que a água seja suficientemente transparente). Em águas de boa transparência, a procura pode ser realizada da superfície ou até por aeronaves, varrendo-se grandes áreas em pouco tempo. Os fatores que afetam a visibilidade subaquática são as partículas em suspensão e a intensidade da luz.

Eventualmente, pode-se corrigir a falta de luz com o auxílio de iluminação artificial, mas a suspensão é difícil de ser eliminada. Em uma busca visual, deve-se estabelecer a visibilidade em termos de distância e, assim, determinar a largura de varredura, que nada mais é do que a distância que a vista alcança para os dois lados do observador.

9.3.2.1.5 Extensão da Área de Busca: quanto maior a área de busca, maior quantidade de recursos terá de ser empregada e/ou maior velocidade de procura deverá ser impressa.

9.3.2.1.6 Profundidade do Local: a profundidade influi no tempo disponível para a busca com mergulhadores, na visibilidade, na precisão do centro de busca, etc.

9.3.2.1.7 Natureza do Fundo: a natureza e o relevo do fundo afetam a visibilidade, seja por oferecer maior contraste com o alvo, seja por cobri-lo com facilidade, seja por favorecer a suspensão de partículas.

9.3.2.2 Métodos de Buscas

9.3.2.2.1 Leque Crescente: técnica utilizada tanto nas margens como em pontos preestabelecidos dentro do ambiente aquático. É recomendada principalmente para represas e lagos, sendo, porém utilizada em rios com pouca correnteza ou onde são formados remansos. São necessários para o emprego desta, no mínimo três componentes, sendo uma dupla de mergulhadores e um guia (Fig 71).

9.3.2.2.2 Quando esta técnica é aplicada a partir das margens, o guia permanece em um local fixo em terra ou na rasura onde tem a posse do cabo guia. Este cabo deve conter em sua extremidade o nó chamado azelha, para que seja o ponto fixo para os mergulhadores. Os mergulhadores durante a busca devem se atentar de deixar o cabo guia sempre esticado. O deslocamento do mergulhador com o cabo esticado lembra o desenho de um leque, o guia é encarregado de avisar o momento para mudança da direção, dando toques (puxões) no cabo. Neste momento, o guia libera mais cabo (dois ou 3 metros) e o mergulhador que segura o azelha, avisa seu parceiro da mudança de direção, troca o azelha de mão e volta a esticar o cabo, assim, aumentando a área de busca (aumenta o leque).

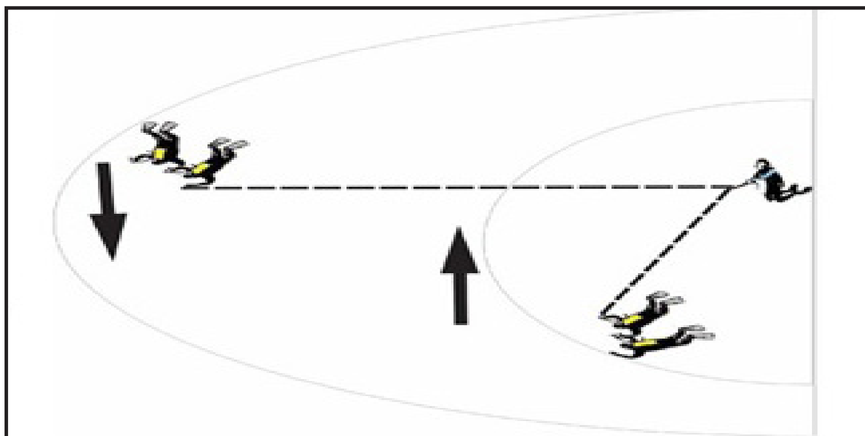


Fig 71 - Técnica do Leque Crescente

9.3.2.2.3 Busca Circular: técnica utilizada principalmente em ambientes com água parada ou com correnteza fraca. São necessários, para o emprego, no mínimo, três componentes sendo a dupla de mergulhadores e um guia (Fig 72).

9.3.2.2.4 A partir de uma embarcação ancorada, a dupla de mergulhadores submergem pelo cabo da âncora (poita) com a posse de um cabo auxiliar conectado ao cabo guia, através de azelha e ou mosquetão. No fundo os mergulhadores utilizam a extensão do cabo auxiliar, deixando-o mais curto ou mais longo, tesa o cabo e inicia o deslocamento, fazendo um movimento circular (espiral) de 360°. O guia tem a função de se atentar com a poita, mantendo-a no fundo, assim, evitando que a embarcação fique à deriva o que pode ser perigoso principalmente para os mergulhadores. A mudança da área de busca se faz de duas formas: a primeira os mergulhadores imergem, o guia desancora a embarcação e a muda de local. A segunda opção é feita pelos próprios mergulhadores que mudam a poita de local de acordo com o necessário. Esta técnica também é utilizada para fazer buscas em galhadas, neste caso não são feitos movimentos circulares, e sim deslocamentos únicos sobre toda a extensão do cabo auxiliar, chamado de "tiros". Ao final do cabo retorna pelo mesmo e muda a direção do "tiro", assim sucessivamente.

Observação: ao encontrar o que se busca, deve ser utilizado o cabo auxiliar para a amarração do objeto ou pessoa, para que ele não mude de posição. Os mergulhadores deste modo voltam até o cabo guia e emergem avisando o restante da guarnição. A técnica é bastante utilizada, pois é fácil de executar e tem grande abrangência da área de busca.

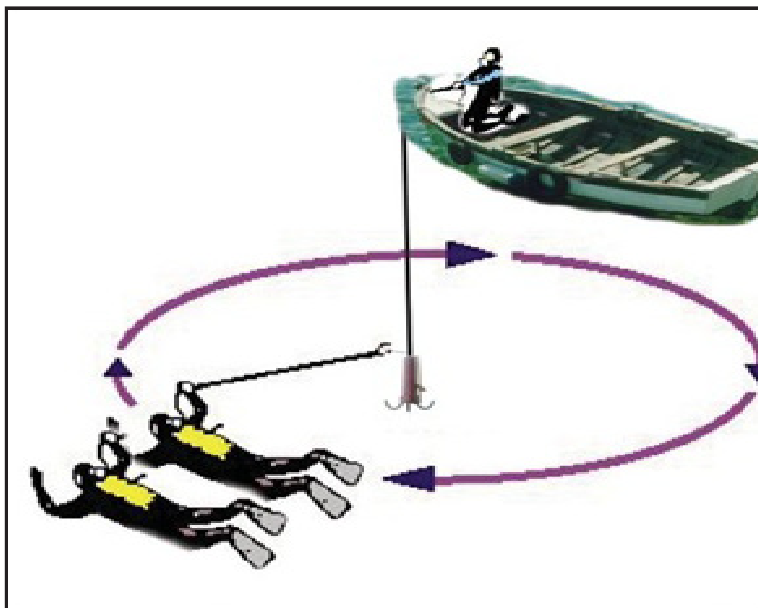


Fig 72 - Busca Circular

9.3.2.2.5 Técnica em Linha ou em “U”: técnica utilizada em rios e córregos estreitos em relação às margens, de pouca profundidade e velocidade de correnteza. São necessários para sua realização quatro componentes, sendo uma dupla de mergulhadores e outra de guias. Cada guia se posiciona dentro da água e de lados contrários nas margens do rio. Os dois estarão de porte do cabo guia, cada qual sendo segurado pelas extremidades. Os guias deverão deixar o cabo esticado e, dentro do possível, totalmente submerso. Os mergulhadores deverão estar unidos por meio de um cabo de menor diâmetro ligado ao cabo guia. As buscas começam em um dos lados do rio e prosseguem em estilo de “ida e volta” ao longo do cabo. À medida que os mergulhadores chegam a uma extremidade devem ser dados “toques” no cabo, mostrando sua posição. O guia correspondente se encarrega de movimentar-se ao longo da margem, assim, fazendo a varredura em toda a área planejada (Fig 73).

Observação: é uma técnica utilizada, principalmente quando a guarnição não possui embarcação e ou motor de popa.

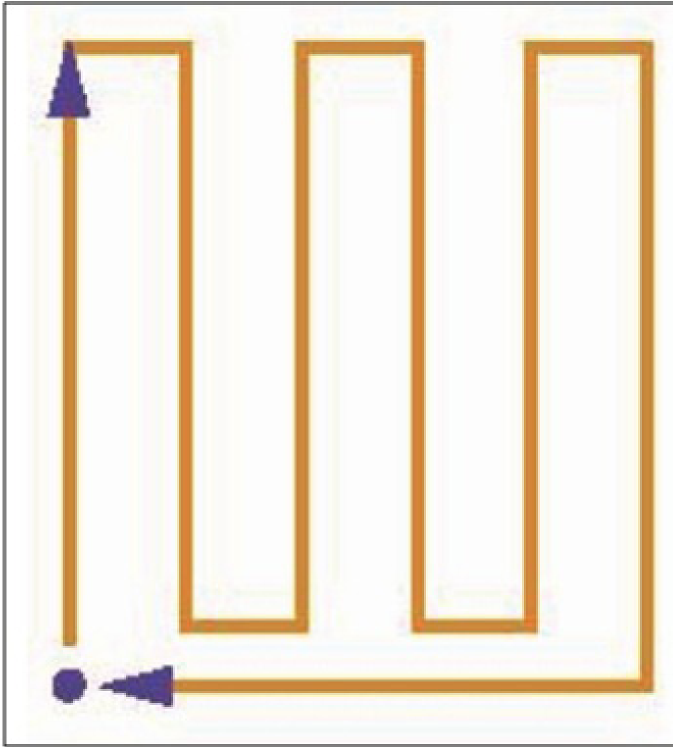


Fig 73 - Busca em Linha ou “U”

9.3.2.2.6 Busca Retilínea: técnica utilizada principalmente em ambientes com água parada ou com correnteza fraca. Para o seu emprego são necessários, no mínimo quatro componentes, sendo a dupla de mergulhadores, um guia e um mergulhador de emergência (Fig 74). A área onde deverá ser feita a busca será delimitada conforme informações obtidas, em águas com visibilidade a busca será realizada por dois mergulhadores que farão a busca percorrendo o cabo guia que encontra-se no fundo esticado, deslocando-se no sentido da correnteza e distribuindo um mergulhador de cada lado do cabo. Os mergulhadores durante a busca devem se atentar de deixar o cabo guia sempre esticado. A área será delimitada com boias de sinalização e deverá ser realizada sempre no sentido da correnteza, para evitar assim grande esforço por parte do mergulhador.

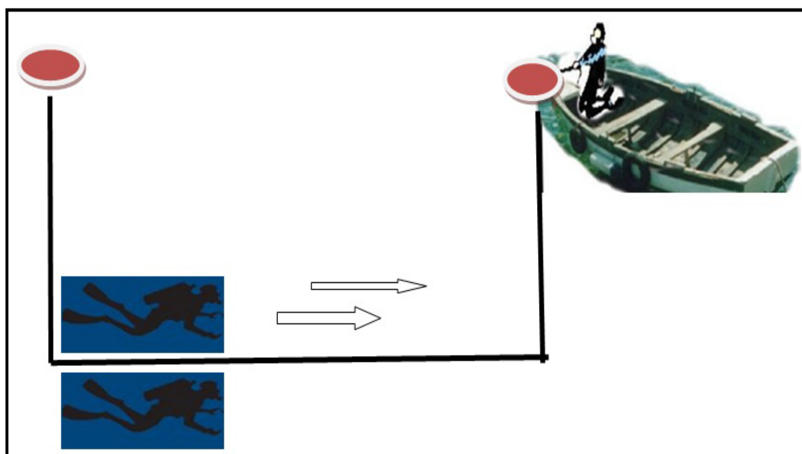


Fig 74 - Busca Retilínea

9.3.3 OPERAÇÕES DE IÇAMENTO DE OBJETOS SUBMERSOS

9.3.3.1 A profundidade tem influência no tempo de fundo, na tabela de mergulho utilizada pelo mergulhador e volume de ar para inflar os Levantadores de Pesos Subaquáticos (LPS).

9.3.3.2 A correnteza influencia nos trabalhos, podendo deslocar o mergulhador no fundo ou o material depois de reflutuado. Essa influência pode ser impeditiva para o trabalho se for muito forte.

9.3.3.3 A visibilidade que influencia nos trabalhos submersos pode ser melhorada com o uso de lanternas, comunicação, e treinamento constante.

9.3.3.4 A temperatura da água, que influi no conforto do mergulhador, pode ser resolvida, com o uso de roupa seca.

9.3.3.5 São utilizados vários tipos de materiais para auxiliar nos trabalhos, tais como: corda lastreada marcada de metro em metro e corda lastreada, com um profundímetro.

9.3.3.6 Na atividade de reflutuação, a densidade da água influi no cálculo do EMPUXO. Densidade da água doce = 1000 Kg/m^3 ou 1Kg/litro. Densidade da água salgada = 1026 Kg/m3 ou 1,026 Kg/litro.

9.3.3.7 O volume do objeto também influi no cálculo do EMPUXO e depende:

- do material de que é feito o objeto;

- do peso do objeto, que influi no cálculo da Força de Flutuação; e

- do motivo que levou o objeto a afundar, concluindo se ele está íntegro ou fragmentado; e

- caso esteja fragmentado, do volume de cada fragmento.

9.3.4 ANALISAR A SITUAÇÃO

- O Supervisor do mergulho deverá discutir detalhadamente com sua equipe sobre os dados obtidos, equipamentos disponíveis, método que usará, e como fazer. Após a discussão deve ser tomada a decisão sobre a realização da operação, assim, deve ser definido se a reflutuação atende aos três requisitos para sua execução: se é possível; se é viável ou se é necessário. Poderá existir uma missão possível de ser executada, mas que não seja viável e nem seja necessário realizar a reflutuação. Pode ocorrer uma missão que seja possível e viável executar, mas que não seja necessário realizar a reflutuação, por exemplo, o objeto poderia ser içado.

9.3.5 PLANEJAMENTO

- No planejamento deve ser avaliado o tipo e quantidade dos LPS que podem ser utilizados para o trabalho. Dependendo da disponibilidade, podem ser utilizados *liftbags* ou qualquer recipiente resistente que possa ir ao fundo e depois preenchido com ar, tais quais tambores, tonéis ou bombonas. Após isso, determinar o empuxo necessário para a reflutuação, através do cálculo do volume e densidade do objeto.

9.3.5.1 Planejamento

- Neste momento deve ser selecionado e calculado o tipo e quantidade de LPS a ser utilizado para o trabalho. Determinar o empuxo que atua no objeto pelo seu próprio volume e calcular a força de flutuação adicional necessária para reflutuar o objeto. A força de flutuação é o resultado do cálculo da força de empuxo que atua em todos os LPS. A distribuição dos LPS deve ser ao longo do objeto, buscando o equilíbrio durante a ascensão (Fig 75).

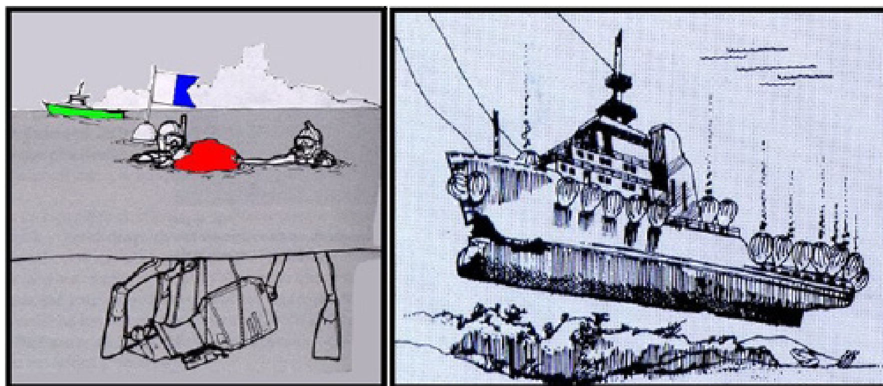


Fig 75 - Esboço de reflutuação de objeto de pequena e grande dimensão

9.3.5.1.1 A sinalização do local serve para deixá-lo seguro e isolado, indicando a realização de uma operação de mergulho. A velocidade de subida do sistema é um item de extrema importância, pois se o sistema subir muito rápido poderão ocorrer: perda do equilíbrio, rompimento dos LPS, movimentação dos LPS na superfície liberando o ar, quebra da estrutura do objeto devido à força de resistência provocada pela água, enroscar-se ao mergulhador deixando-o em situação arriscada.

9.3.5.1.2 A velocidade de subida deve, se possível, ser próxima à velocidade de subida do mergulhador, daí a importância de não inflar excessivamente nem muito rápido as bombonas, no entanto, será muito difícil controlar essa velocidade, uma vez que, com o deslocamento para cima, a pressão ambiente diminui, o volume do ar dentro do flutuador aumenta e, com ele, o empuxo igualmente aumenta. Esse aumento do empuxo acelera a velocidade de subida aumentando o risco.

9.3.5.1.3 É de importância vital a manutenção do centro de flutuabilidade acima do Centro de Gravidade - CG. O centro de gravidade é o ponto no qual o objeto fica em equilíbrio e onde todo o peso se concentra. Um objeto suspenso no ar sempre se moverá de tal forma que o CG fique abaixo do ponto de içamento. Um objeto suspenso de baixo d’água será sempre influenciado pelo centro de flutuabilidade, o qual afetará sua estabilidade.

9.3.5.1.4 Segurança geral do mergulho, em que todos os aspectos possíveis devem ser verificados, como a segurança do mergulhador, da equipe, do sistema, de toda a área onde transcorrem os trabalhos.

9.3.5.1.5 O destino do objeto depois de reflutuado deve ser previsto antes do mergulho. Não basta trazer o objeto à superfície, deve-se previamente discutir e determinar para onde ele será conduzido, após sua ascensão.

9.3.5.2 Cálculo de Reflutuação

Força de Flutuação (FF)
FF = E – P

- Em que: E é o Empuxo e P é o Peso do objeto

- Lembrando que:

E = V x D

- Em que: V é o volume e D é a densidade da água (água doce = 1,00 e água salgada = 1,03)

Exemplo: quantos kg podem ser içados do fundo do mar, com um tambor de volume de 210 litros e peso de 10 Kg?
Resposta: o empuxo será igual ao peso do líquido deslocado. O volume deslocado pelo tambor quando totalmente mergulhado, será de 210 litros.

E = V x d V = 210 litros D = 1,03 Kg / l E = 210 x 1,03 = 216,3 Kg

- A força de flutuação, que é a capacidade de içamento do tambor, será a diferença entre o empuxo e o seu peso, isto é:

FF = E – P FF = 216,3 - 10 = 206,3 Kg

- Pode-se içar um objeto do fundo do mar de até 206,3 Kg.

Observação: importante lembrar que o volume do próprio objeto a ser reflutuado também tem empuxo e este valor será mais relevante de acordo com quão maior for o volume do objeto.

9.3.5.3 Reflutuação de Objetos

Exercício: quantas bombonas de 200 litros e peso de 10 kg são necessárias para içar um objeto de 1800 kg do fundo do rio?
- Resposta:

E = V x d V = 200 litros d = 1,00 Kg / l E = 200 x 1,00 = 200 Kg

- A força de flutuação, que é a capacidade de içamento do tambor, será a diferença entre o empuxo e o seu peso, isto é:

FF = E – P FF = 200 - 10 = 190 Kg

- Com uma bombona, é possível içar um objeto do fundo do mar de até 190 Kg. Como se deseja içar um objeto de 1800 kg, basta dividir este peso pelo valor encontrado para uma bombona, logo:

1800 ÷ 190 = 9,47

- Serão necessárias 10 bombonas

9.3.5.4 Execução do Trabalho

9.3.5.4.1 O material a ser usado, deve ser levado ao fundo pelo mergulhador, conduzindo todo o equipamento, caso haja grande quantidade de materiais, poderá ser auxiliado por outros mergulhadores ou equipe de superfície, através de um sistema de cordas, ou cabos de aço, ou até mesmo guincho, providenciando a fixação ao objeto, se possível usar ligas, cintas ou fitas tubulares, unidos por manilhas, pois na água fria perde-se a sensibilidade para realizar nós. Injetar pouco ar nas bombonas, apenas para mantê-las positivas. Após as bombonas estarem fixadas, deve-se adicionar pouco ar e não inflá-las totalmente, pois poderá causar desequilíbrio ou ascensão brusca. O sistema deve manter-se equilibrado, caso contrário os LPS deverão ser reposicionados. Cuidar para que nenhum equipamento do mergulhador fique preso ao sistema.

9.3.5.4.2 Antes de iniciar a ascensão, verificar se as fitas, ligas, cabos ou tirantes de fixação estão livres. Manter distância segura do sistema durante a elevação. Não posicionar-se abaixo, nem acima do sistema, manter-se de frente para ele e com a correnteza pelas costas. Manter a área de elevação livre até a superfície. Quando o objeto subir, a área da superfície deve estar livre, evitando acidentes e permitindo a equipe de superfície resgatá-lo com segurança (Fig 76).

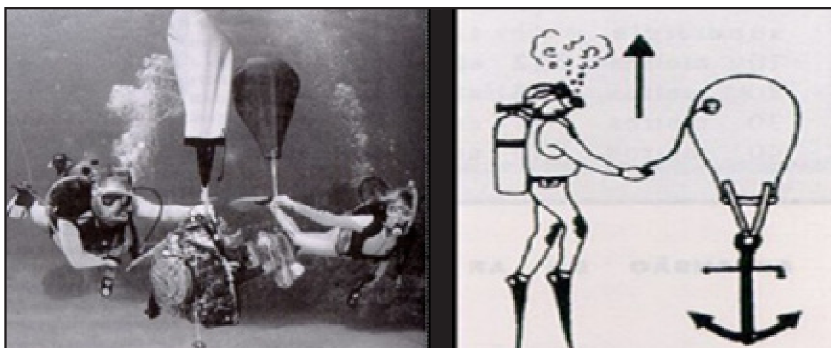


Fig 76 - Exemplos de trabalhos de reflutuação

9.3.5.5 Equipamentos:

9.3.5.5.1 Os materiais que podem ser utilizados em uma operação de reflutuação são diversos, seguem alguns deles que serão indispensáveis à missão.

9.3.5.5.2 Cordas: confeccionadas em nylon ou polipropileno. São utilizadas nas seguintes situações: ancoragem e/ou tração do objeto, reboque do objeto; ligação do objeto à superfície ou boia de sinalização. Possuem comprimentos variados mas é importante que o comprimento não seja muito maior que o necessário, a fim de facilitar as amarrações (Fig 77).

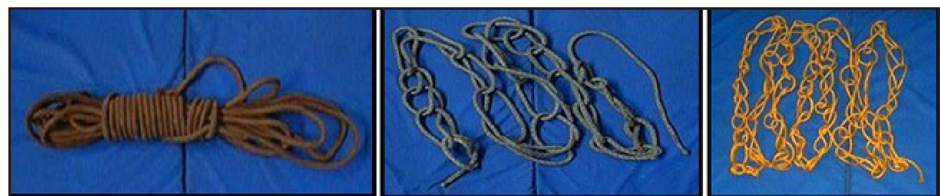


Fig 77 - Exemplos de cordas para amarração

9.3.5.5.3 Fita tubular: confeccionada em nylon trançada com dupla camada, formando um tubo. É utilizada para ancorar objetos leves aos LPS e o comprimento é de acordo com a necessidade. Podem ser montadas previamente fitas já amarradas com 1 m, 2 m, 3 m e 4 m (ficando com menos da metade do comprimento após a amarração) (Fig 78).



Fig 78 - Exemplos de fitas tubulares

9.3.5.5.4 Mosquetão e manilha de aço: confeccionados em alumínio ou aço inox para uso na água. São utilizados para unir a ancoragem de objetos leves ao LPS ou sistema de guincho (Fig 79).



Fig 79 - Exemplos de mosquetões e manilhas

9.3.5.5.5 Linga de cabo de aço: por trabalhar em água deve ser galvanizada (zincada) e possuir terminais em olhal, travado por presilha. Serve para ancorar o objeto ao guincho (Fig 80).

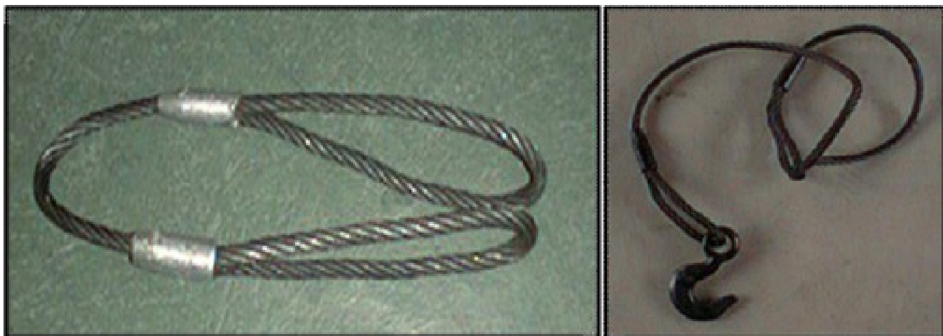


Fig 80 - Exemplos de lingas de cabo de aço

9.3.5.5.6 Levantadores de Peso Subaquáticos (LPS): é o acessório usado para ser preenchido com ar, após ser fixado no objeto submerso, aumentando sua flutuabilidade pela ação do empuxo. Auxilia na elevação do objeto submerso. Podem ser industrializados ou feitos de improviso (Fig 81 e 82).



Fig 81 - Exemplos de Levantadores de Peso Subaquáticos Fabricados



Fig 82 - Exemplos de Levantadores de Peso Subaquáticos Improvisados

9.4 MEMENTO DE MERGULHO A AR E RESGATE (Conforme Anexo A)

- Para fins de auxílio aos mergulhadores na função de supervisor de mergulho, sugere-se a adoção do seguinte memento de *Briefing* de mergulho. O *Briefing* deverá ser conduzido na presença de todos os mergulhadores, da Equipe de Apoio e da Equipe Médica.

CAPÍTULO X
COMUNICAÇÃO NO MERGULHO

10.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

10.1.1 Não se pode comunicar pela voz diretamente dentro da água. Precisa-se de um espaço de ar a frente da boca para poder pronunciar as palavras. Já existem equipamentos no mercado que oferecem essa possibilidade, no entanto, por serem muito caros, ainda são pouco utilizados.

10.1.2 Nesse sentido, as comunicações por sinais ainda são muito úteis e eficientes quando os mergulhadores estão familiarizados com o uso dos sinais e fazem um *briefing* adequado antes de iniciar o mergulho, inclusive para se estabelecer novos sinais que forem necessários de acordo com a finalidade específica de cada mergulho.

10.1.3 Dependendo da necessidade de anotações e comunicações mais complexas, também é possível empregar pranchetas e lápis durante o mergulho. Essas técnicas têm sua eficiência diminuída na execução do mergulho em águas de baixa visibilidade.

10.2 SINAIS CONVENCIONADOS

- Apresenta-se a seguir uma relação dos principais sinais convencionados para a comunicação durante o mergulho (Tab 16). Outros sinais convencionados existem e, de acordo com a missão específica que se for realizar, podem ser combinados outros sinais a serem utilizados pelos mergulhadores, a fim de viabilizar a comunicação.

Descer	Devagar	Algo Errado	Ok (superfície com mão)
Em Dupla	Qual Direção?	Segure as Mãos	Compartilhar ar
Espera aí	Você lidera, eu sigo	Ok	Acabou o Ar
Ok (com Luva)	Ok (com lanterna)	Ok (na superficie)	Seguir esta direção

Tab 16 - Sinais Convenvencionados

Manter a profundidade	Perigo	Sob ou em volta de	venha aqui
Frio exagerado	Pouco ar		
Subir	Problema à noite		
Emergência	Não consigo compensar	Números	

Tab 16 - Sinais Convenvencionados (continuação)

10.3 COMUNICAÇÃO ORAL

10.3.1 A voz precisa do ar para se propagar adequadamente, dentro da água não existe essa possibilidade. Ondas de rádio também não se propagam bem na água. A solução é a utilização de ondas de ultrassom.

10.3.2 Um transmissor na máscara do mergulhador e um receptor próximo ao ouvido podem realizar a comunicação utilizando a propagação de ondas de ultrassom. Para isso, o transmissor necessita estar em um espaço com ar próximo a boca do mergulhador e essa condição só é possível com máscaras específicas do tipo *full-face* ou similares (Fig 83).



Fig 83 - Sistema de respiração adaptado para comunicação de voz

CAPÍTULO XI
PLANO DE EXERCÍCIOS DE MERGULHO E PLANO DE PROVAS DE MERGULHO

11.1 PLANO DE EXERCÍCIOS DE MERGULHO (PEM)

11.1.1 O mergulhador autônomo é formado em curso específico para a atividade homologada pela autoridade competente que atesta a validade do curso. No Brasil a autoridade é a Marinha do Brasil.

11.1.2 Os cursos de mergulho são moldados para testar a capacidade psicológica e psicomotora do indivíduo e lhe apresentar conteúdos teóricos que permitem o exercício da atividade dentro de limites de segurança. Mesmo após a capacitação, o mergulhador qualificado, que ficou muito tempo afastado da atividade de mergulho, pode perder sua aquacidade e apresentar riscos para o exercício da atividade.

11.1.3 A fim de atestar a capacitação física e técnica dos mergulhadores que passam por um período prolongado afastados da atividade de mergulho, foi relacionada uma série de 9 exercícios que, devidamente instruídos e acompanhados por outro mergulhador em atividade e seus auxiliares, deverão ser realizados readaptando o mergulhador às atividades de mergulho livre e autônomo.

11.1.4 É importante ressaltar que o supervisor da readaptação de mergulho deve ministrar aos instruendos as instruções teóricas a respeito de Física do Mergulho, Medicina Hiperbárica, Primeiros Socorros do Mergulho, Equipamentos de Mergulho e Tabela de Mergulho. A carga horária deve ser de, no mínimo, 8 tempos de instrução, antes do início da parte prática. Os 9 exercícios do Plano de Exercícios de Mergulho (PEM) deverão ser realizados em, pelo menos, 4 horas de instrução, devendo ser previsto tempo para a recuperação.

11.1.5 Todos os exercícios previstos na readaptação devem ser demonstrados por mergulhador habilitado e a execução pelos instruendos deve ser supervisionada, devendo ser seguida a ordem proposta nesse Caderno de Instrução. A prática deve ser realizada em ambiente controlado, preferencialmente em piscina, e a segurança da atividade é responsabilidade do supervisor do mergulho (mergulhador mais antigo habilitado na Unidade).

11.1.6 O supervisor do mergulho, por fim, atestará o cumprimento dos objetivos de todos os exercícios e a habilitação do instruendo para exercer a Atividade Especial de Mergulho (AEM).

11.1.7 EXERCÍCIO Nº 1 - EXERCÍCIOS FÍSICOS DE NATAÇÃO, APNEIA DINÂMICA, APNEIA ESTÁTICA E FLUTUAÇÃO.

11.1.7.1 Objetivos

- Atestar a capacidade física dos militares previstos para realizarem a readaptação.

11.1.7.2 Condições de Execução

11.1.7.2.1 O militar deverá se apresentar para a realização dos exercícios com o 15º uniforme, podendo utilizar óculos de natação.

11.1.7.2.2 O militar deverá executar a natação em estilo livre, numa distância de 800 metros, num período de 25 minutos, preferencialmente em piscina.

11.1.7.2.3 A apneia dinâmica deverá ser realizada numa distância de 25 metros, com corpo totalmente submerso, sem auxílio das bordas e sem impulsão.

11.1.7.2.4 A apneia estática deverá ser realizada em 3 séries: 30s, 60s, 90s. O militar deverá realizar junto à borda da piscina, com o corpo totalmente submerso.

11.1.7.2.5 A flutuação deverá ser realizada por um período de 10 minutos, sem auxílio das bordas ou de qualquer material flutuante.

11.1.7.2.6 Os exercícios deverão ser realizados em qualquer ordem, respeitando-se um período mínimo de descanso entre eles de 10 minutos.

11.1.7.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O militar deverá cumprir os índices de todos os exercícios, podendo repetir quantas vezes forem necessárias.

11.1.8 EXERCÍCIO Nº 2 - EQUIPAR COM EQUIPAMENTO DE MERGULHO LIVRE E RESPIRAR COM MÁSCARA E *SNORKEL.*

11.1.8.1 Objetivos

11.1.8.1.1 Equipar com equipamento de mergulho livre no seco.

11.1.8.1.2 Realizar a respiração com máscara e *snorkel*.

11.1.8.2 Condições de Execução

11.1.8.2.1 O mergulhador, no seco, deverá equipar-se seguindo as observações: Máscara (prova de estanqueidade; molhar, desembaçar utilizando saliva ou produto específico); Respirador (lado esquerdo da máscara); Tirante (não passando pela orelha, não torcido, centralizado na nuca e ajustado); Cinto de Lastro (centralizado, ajustado para soltura rápida); Nadadeira (molhar a nadadeira, caso seja do tipo fechada).

11.1.8.2.2 A entrada na água deverá ser sem técnica e apoiada na borda.

11.1.8.2.3 O mergulhador deve executar os exercícios na parte rasa da piscina.

11.1.8.2.4 O mergulhador em readaptação deve respirar com máscara e *snorkel* por 3 minutos, na linha da água.

11.1.8.2.5 O mergulhador deverá submergir estendendo os braços; retornar à superfície somente aflorando o respirador, expirando a água através do *snorkel*. Este exercício deverá ser repetido 3 vezes.

11.1.8.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O instruendo deve conseguir equipar-se perfeitamente sem auxílio de terceiros, além de realizar a respiração com *snorkel*. Deve repetir o exercício até atingir os objetivos.

11.1.9 EXERCÍCIO Nº 3 - ENTRADA NA ÁGUA.

11.1.9.1 Objetivo

- Realizar a correta entrada na água, utilizando as técnicas do Passo do Gigante e do Rolamento de Costas.

11.1.9.2 Condições de Execução

11.1.9.2.1 O exercício deverá ser realizado em uma piscina com profundidade de não menos que 1,70 m.

11.1.9.2.2 Para a técnica do Passo do Gigante: o mergulhador levará a mão direita na altura dos olhos e irá segurar a máscara, pressionando-a levemente com a ponta dos dedos contra o rosto, e o bocal do *snorkel* na boca, utilizando a parte inferior da palma da mão. Mão esquerda segurando o cinto de lastro. Pernas paralelas na largura dos ombros. Olhando para o horizonte, o mergulhador irá dar um passo para frente, mantendo as posições citadas anteriormente, até voltar à superfície. Após a volta à superfície, com braço direito estendido e punho cerrado, expirar a água pelo *snorkel* e realizar o sinal de ‘’Ok’’ na superfície. O instruendo deverá repetir 3 vezes a técnica.

11.1.9.2.3 Para a técnica do Sentado de Costas ou Rolamento de Costas: método utilizado principalmente em plataformas instáveis, embarcações miúdas ou com o bordo baixo. Efetua-se a cambalhota de costa, a partir da posição de sentado na borda, caindo sobre as costas. Após a volta à superfície, com braço direito estendido e punho cerrado, expirar a água pelo *snorkel* e realizar o sinal de ‘’Ok’’ na superfície. O instruendo deverá repetir 3 vezes a técnica.

11.1.9.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O instruendo deve realizar a entrada na água pelas técnicas citadas. Deve repetir o exercício até atingir os objetivos.

11.1.10 EXERCÍCIO Nº 4 - ALAGAR E DESALAGAR A MÁSCARA.

11.1.10.1 Objetivo

- Alagar e desalagar a máscara seguindo a técnica correta.

11.1.10.2 Condições de Execução

11.1.10.2.1 O exercício deverá ser realizado na parte rasa da piscina.

11.1.10.2.2 O mergulhador deverá submergir, alagar completamente a máscara e retornar à superfície apresentando a máscara alagada ao mergulhador responsável pela readaptação.

11.1.10.2.3 O mergulhador deverá inspirar pelo *snorkel*, submergir, elevar a cabeça, pressionar a borda superior da máscara, expirar pelo nariz (ato de assoar) e repetir até desalagar completamente a máscara (pode ser com auxílio de uma ou duas mãos) e retornar à superfície apresentando a máscara desalagada ao mergulhador responsável pela readaptação.

11.1.10.2.4 Após a verificação do supervisor, o mergulhador deve realizar um treinamento de 3 min.

11.1.10.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O instruendo deverá alagar e desalagar a máscara segundo a técnica descrita. Deve repetir o exercício até atingir o objetivo.

11.1.11 EXERCÍCIO Nº 5 - COMPENSAÇÃO (Manobra de Valsalva).

11.1.11.1 Objetivo:

- Realizar a compensação da pressão do ambiente com a do ouvido médio e dos seios da face pela Manobra de Valsalva.

11.1.11.2 Condições de Execução

11.1.11.2.1 O exercício deverá ser realizado na parte funda da piscina (mínimo de 2 metros).

11.1.11.2.2 O mergulhador deverá realizar a descida, utilizando um apoio (borda da piscina, escada ou cabo com poita), compensando o efeito da pressão (a Manobra de Valsalva).

11.1.11.2.3 O mergulhador deverá realizar o treinamento, no mínimo, 3 vezes.

11.1.11.3 Padrão Mínimo e Recuperação:

- O instruendo deverá realizar a técnica ensinada. Deve repetir o exercício até atingir o objetivo.

11.1.12 EXERCÍCIO Nº 6 - TÉCNICA DO CANIVETE.

11.1.12.1 Objetivos

11.1.12.1.1 Realizar a descida na vertical, utilizando a técnica do canivete;

11.1.12.1.2 Realizar a compensação da pressão do ambiente com a do ouvido médio e dos seios da face pela Manobra de Valsalva.

11.1.12.2 Condições de Execução

11.1.12.2.1 O exercício deverá ser realizado em uma piscina com profundidade de não menos que 2 m.

11.1.12.2.2 O mergulhador deverá realizar o rebatimento do tronco (pode ser auxiliado com o movimento dos braços) e na sequência elevar as pernas até que elas estejam perpendiculares ao espelho d'água.

11.1.12.2.3 A descida deve ser realizada na vertical, sem muito esforço e não batendo as pernas enquanto fora da água.

11.1.12.2.4 O retorno deverá ser realizado na vertical, com a mão direita de punho cerrado, não se esquecendo de expirar a água após a chegada à superfície.

11.1.12.2.5 Durante a descida deve-se lembrar de executar a Manobra de Valsalva.

11.1.12.2.6 O mergulhador deverá realizar o treinamento no mínimo 3 vezes.

11.1.12.3 Padrão Mínimo e Recuperação:

- O militar deverá realizar a técnica correta. Além disso, deve repetir o exercício no mínimo 3 vezes, até atingir o objetivo.

11.1.13 EXERCÍCIO Nº 7 - MONTAGEM E TESTE DE EQUIPAMENTO DE MERGULHO AUTÔNOMO DE CIRCUITO ABERTO.

11.1.13.1 Objetivos

11.1.13.1.1 Realizar a montagem correta do Equipamento Autônomo de Circuito Aberto;

11.1.13.1.2 Realizar o teste do Equipamento de Mergulho Autônomo.

11.1.13.2 Condições de Execução

11.1.13.2.1 O instruendo deverá estar equipado com todo o equipamento de mergulho livre em condições de uso.

11.1.13.2.2 O instruendo deverá acoplar o colete equilibrador ao cilindro de ar comprimindo ajustando seus tirantes para que fiquem adequadamente tesados, tomando o cuidado para que a abertura da torneira de ar (*DIM* ou *YOKE*) fique voltada para o sentido do colete equilibrador.

11.1.13.2.3 O instruendo deverá acoplar o regulador de primeiro estágio ao cilindro, tomando o cuidado de verificar a presença do oringue do cilindro de ar. Deverá rosquear o regulador de primeiro estágio de forma que ele se ajuste perfeitamente e sem vazamentos de ar. Após isso, deverá conectar a mangueira de baixa pressão do conjunto regulador de primeiro e segundo estágios à traqueia de baixa pressão do colete equilibrador.

11.1.13.2.4 O instruendo deverá abrir a torneira do cilindro totalmente, tendo o

cuidado de retornar um quarto de volta.

11.1.13.2.5 O instruendo deverá verificar o dado do manômetro, inflar e desinflar o colete equilibrador com o auxílio da traqueia, testar o botão de purga da válvula de segundo estágio e do *octopus* (válvula de segundo estágio reserva). Após isso, deverá respirar pela válvula de segundo estágio principal e reserva.

11.1.13.2.6 Por fim, o instruendo deverá verificar os tirantes e as torneiras de exaustão do colete equilibrador.

11.1.13.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O militar deverá realizar o exercício, sem auxílio, no mínimo 3 vezes, até atingir os objetivos.

11.1.14 EXERCÍCIO Nº 8 - EXERCÍCIOS BÁSICOS DE MERGULHO.

11.1.14.1 Objetivos

11.1.14.1.1 Treinar sinais e gestos convencionados.

11.1.14.1.2 Ajustar o equilíbrio de flutuabilidade com o auxílio do colete equilibrador

11.1.14.1.3 Alagar e desalagar a máscara.

11.1.14.1.4 Recuperar a válvula de segundo estágio.

11.1.14.1.5 Compartilhar ar com mergulhador sem ar.

11.1.14.1.6 Respiração em válvula de segundo estágio em débito contínuo.

11.1.14.1.7 Realizar deslocamento submerso equipado, em duplas, alternando profundidades num percurso de 200 m.

11.1.14.2 Condições de Execução

11.1.14.2.1 Os instruendos deverão executar, em solo, os sinais e gestos convencionados mais importantes para o mergulho, dentro eles: “descer”, “subir”, “direção”, “ok”, “algo errado”, “acabou o ar”, “não consigo compensar”, “venha aqui”, “espere”, “manter a profundidade”, “perigo”, “compartilhar ar”, “em dupla”, entre outros julgados importantes.

11.1.14.2.2 Os instruendos deverão estar equipados com todo o equipamento de mergulho livre e deverão fazer dupla com o supervisor ou algum mergulhador já habilitado.

11.1.14.2.3 O supervisor será o responsável pelo ateste do cumprimento de todos os exercícios.

11.1.14.2.4 A dupla deverá equipar-se com o equipamento de mergulho autônomo, auxiliando-se mutualmente. Após isso, deverá haver uma inspeção sumária do equipamento, entre os cangas.

11.1.14.2.5 Após isso, a dupla irá realizar a entrada utilizando a técnica do pas-

so de gigante/rolamento de costas na parte da piscina em que a profundidade seja de, pelo menos, 1,70 m. Após a realização da entrada, o mergulhador irá sinalizar ‘’ok’’ na superfície; irá, junto com o seu dupla, submergir. Caso o militar não consiga submergir, ele deve solicitar aos auxiliares, em terra, mais pesos de lastro. A comunicação entre os elementos da dupla deve ser por sinais e gestos convencionados, descritos neste Caderno de Instrução.

11.1.14.2.6 Ajuste de Flutuabilidade: os militares deverão submergir até o fundo da piscina e, na posição de decúbito ventral, ajustar a flutuabilidade com auxílio do colete equilibrador, de forma que seja atingida uma flutuabilidade neutra. Este exercício deverá ser repetido 3 vezes pelo instruendo.

11.1.14.2.7 Alagar e desalagar a máscara: o instruendo deverá alagar e desalagar a máscara como forma de treinamento. O exercício deverá ser repetido 3 vezes sob controle do supervisor.

11.1.14.2.8 Recuperar válvula de segundo estágio: o instruendo deverá simular a perda da válvula de segundo estágio. Ele, com o auxílio do braço direito distendido, deve fazer um movimento circular de baixo para cima e de trás para a frente, até encontrar a válvula. Outro método é colocar a mão direita sobre a válvula de primeiro estágio e seguir a mangueira que leva até a válvula de segundo estágio. O exercício deverá ser repetido 3 vezes pelo instruendo sob controle do supervisor.

11.1.14.2.9 Compartilhamento de ar: a dupla deve treinar o pedido de ar e o compartilhamento de ar (cachimbo) com a válvula de segundo estágio principal. Após isso, a dupla deve treinar a utilização da válvula de segundo estágio reserva (*octopus*), treinando a remoção da válvula do colete do mergulhador com ar e a utilização pelo mergulhador sem ar. O exercício deve ser repetido 3 vezes.

11.1.14.2.10 Respiração em válvula de segundo estágio em débito contínuo: o instruendo deve pressionar o botão de purga de válvula de segundo estágio e realizar a respiração tranquilamente por 30 segundos.

11.1.14.2.11 Deslocamento submerso: a dupla deverá deslocar-se, com impulsão somente das nadadeiras, por um percurso de 200 m, alternando (se possível) a profundidade.

11.1.14.2.12 O instruendo deverá inflar o colete equilibrador, com o ar proveniente da sua expiração para emergir.

11.1.14.2.13 Por fim, a dupla deverá emergir, respeitando a velocidade de subida de até 60 ppm (pés por minuto).

11.1.14.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O militar deverá realizar os exercícios, sem auxílio, até atingir todos os objetivos.

11.1.15 EXERCÍCIO Nº 9 - DESEQUIPAR E EQUIPAR.

11.1.15.1 Objetivos

- Desequipar e equipar do equipamento de mergulho autônomo de circuito aberto na sequência e no tempo solicitados.

11.1.15.2 Condições de Execução

11.1.15.2.1 O exercício será realizado individualmente, com o controle do supervisor que fará dupla com o instruendo.

11.1.15.2.2 O instruendo deverá estar equipado com todo o equipamento de mergulho livre e autônomo, já na água.

11.1.15.2.3 A dupla deverá se dirigir ao fundo da piscina. O instruendo deverá tomar a posição de joelho, de frente para o supervisor e dar o pronto ("ok", por gesto convencionado) para iniciar o exercício.

11.1.15.2.4 Desequipar: o instruendo abrirá as fivelas e afrouxará os tirantes do colete equilibrador. Após isso, deverá retirar o conjunto cilindro-colete equilibrador por cima da cabeça e colocá-lo no fundo a sua frente, com o colete para cima. Deverá retirar o cinto de lastro e colocá-lo sobre o cilindro. Deverá retirar as nadadeiras e colocar sob o cilindro. Deverá retirar a máscara e prendê-la no equipamento. Deverá fechar a torneira de ar do cilindro e expirar completamente, dando o pronto para o supervisor. Após autorizado, o militar deverá emergir.

11.1.15.2.5 O supervisor deverá verificar o fechamento da torneira de ar do cilindro e alagar a válvula de segundo estágio.

11.1.15.2.6 Equipar: o militar em apneia deve submergir utilizando a técnica do canivete até alcançar seu equipamento. Deverá localizar a válvula de segundo estágio, colocá-la na boca, abrir a torneira de ar, expirar e depois inspirar normalmente. Deverá localizar a máscara, ajustá-la e desalagá-la. Deverá localizar o cinto de lastro e ajustá-lo ao corpo. Deverá localizar as nadadeiras e calçá-las. Deverá posicionar o conjunto cilindro-colete equilibrador com o colete para cima e com a abertura do cilindro voltada para o mergulhador. Deverá colocar o cilindro por sobre a cabeça e ajustar os tirantes e as fivelas. Deverá fazer uma verificação final do equipamento e dar o pronto ao Supervisionar.

11.1.15.2.7 O Supervisor irá verificar a equipagem e apontar ao instruendo as eventuais falhas.

11.1.15.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O militar deverá realizar o exercício no tempo de até 8 minutos. Caso o instruendo erre a sequência, o supervisor deve interromper a execução, indicar o erro, emergir e reiniciar. O exercício deve ser repetido até atingir todos os objetivos.

11.2 PLANO DE PROVAS DE MERGULHO (PPM)

11.2.1 A Organização Militar Específica de Mergulho (OMEM), durante o planejamento e a execução do seu Plano de Provas de Mergulho (PPM), deverá buscar cumprir, ao máximo, as provas previstas nesse Caderno de Instrução, considerando a possibilidade de realizá-las em regiões próximas à sede e em conjunto com outras OMEM. São consideradas de execução obrigatória as seguintes provas: planejamento de mergulho (Prova 1), equipar e entrar na água (Prova 2), troca do conjunto cilindro de ar - colete equilibrador (Prova 3), busca subaquática (Prova 5), reflutuação de material (Prova 6) e manutenção de material em 1º escalão e recarga de cilindros (Prova 10). As demais provas poderão ser executadas para uma melhor capacitação e adestramento dos mergulhadores, a critério da OMEM e de seu Escalão Enquadrante.

11.2.2 O supervisor poderá delegar a avaliação das provas a outros mergulhadores, porém deverá estar presente no local das provas e deverá realizar um *briefing* com os avaliadores sobre os critérios de avaliação.

11.2.3 A equipe para a execução das provas deverá ser de 4 militares mergulhadores, sendo uma dupla de mergulhadores executantes, um mergulhador de segurança e um supervisor. As duplas se alternarão na execução das provas. Excepcionalmente, autorizado pelo escalão enquadrante, o plano de provas poderá ser cumprido por dois mergulhadores apenas, sendo o mais antigo, o militar supervisor. Deve ser prevista uma equipe de segurança e uma equipe de saúde para a execução do exercício. Além disso, deverá haver a presença de um oficial na função de Oficial de Prevenção de Acidentes na Instrução (OPAI), preferencialmente mergulhador habilitado.

11.2.4 A critério do supervisor, poderá ser planejado o cumprimento de mais de uma prova em um mesmo mergulho. A avaliação dos exercícios será em dupla, exceto quando o exercício for descrito como individual.

11.2.5 É importante ressaltar que o supervisor, antes de iniciar o plano de provas, deve ministrar as instruções teóricas a respeito de Física do Mergulho, Medicina Hiperbárica, Primeiros Socorros do Mergulho, Equipamentos de Mergulho e Tabela de Mergulho. A carga horária deve ser de, no mínimo, 4 tempos de instrução, antes do início da parte prática.

11.2.6 PROVA Nº 1 - PROVA DE PLANEJAMENTO DE MERGULHO.

11.2.6.1 Objetivo

11.2.6.1.1 Executar um planejamento de mergulho autônomo não descompressivo.

11.2.6.1.2 Emitir um *briefing* de mergulho.

11.2.6.2 Condições de Execução

11.2.6.2.1 O mergulhador deverá receber a missão de mergulho do supervisor e deverá planejar o mergulho e emitir um *briefing*, seguindo o memento constante neste caderno de instrução. É recomendável que o supervisor distribua as missões relacionadas aos assuntos das provas seguintes, podendo a execução da prova ser baseada no *briefing*.

11.2.6.2.2 O supervisor deve fornecer todos os parâmetros para o planejamento do mergulho.

11.2.6.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O militar deverá realizar o planejamento e o *briefing* em até uma hora. Caso o mergulhador não atinja os objetivos, deverá repetir a prova até alcançá-los.

11.2.7 PROVA Nº 2 - PROVA DE EQUIPAR E ENTRAR NA ÁGUA.

11.2.7.1 Objetivos

11.2.7.1.1 Realizar a montagem e o teste do Equipamento de Mergulho Autônomo de Circuito Aberto; e

11.2.7.1.2 Realizar a correta equipagem e entrada na água.

11.2.7.2 Condições de Execução

11.2.7.2.1 O mergulhador deverá, no seco, realizar a montagem do equipamento no tempo máximo de 10 minutos. Após isso, dará o pronto para o supervisor.

11.2.7.2.2 Após a verificação da montagem, o supervisor dará o pronto para a equipagem completa. O mergulhador deverá se equipar com o equipamento de mergulho livre e autônomo de circuito aberto. A equipagem deverá ser em dupla.

11.2.7.2.3 Após a equipagem, o supervisor inspecionará a dupla e autorizará a entrada da água.

11.2.7.2.4 O mergulhador deverá realizar a correta entrada na água por um dos métodos previstos neste Caderno de Instrução.

11.2.7.2.5 Após a realização da entrada na água, o mergulhador irá retornar à superfície com braço direito estendido, mão cerrada e sinalizará ‘’ok’’ na superfície.

11.2.7.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O mergulhador deverá executar a correta montagem do equipamento no tempo máximo de 10 minutos, o correto teste do equipamento, a correta equipagem e a correta entrada na água. Caso o mergulhador não atinja os objetivos, deverá repetir a prova até alcançá-los.

11.2.8 PROVA Nº 3 - PROVA DE TROCA DO CONJUNTO DE CILINDRO DE AR-COLETE EQUILIBRADOR.

11.2.8.1 Objetivos

- Executar a troca do conjunto de cilindro de ar-colete equilibrador, estando o mergulhador submerso.

11.2.8.2 Condições de Execução

11.2.8.2.1 A dupla de mergulhadores deverá estar submersa. O supervisor também estará submerso para acompanhar a prova.

11.2.8.2.2 Deverá ser posicionado um conjunto de cilindro de ar-colete equilibrador reserva no local da avaliação.

11.2.8.2.3 O exercício será realizado individualmente, com o controle do supervisor.

11.2.8.2.4 Checagem do conjunto cilindro de ar-colete equilibrador reserva: o militar a ser avaliado deverá fazer um *check* sumário do conjunto, devendo abrir a torneira de ar e voltar um quarto de volta, verificar o manômetro e o profundímetro, verificar fivelas e tirantes, testar o botão de purga da válvula de segundo estágio principal e reserva (esta, se for o caso), respirar pela válvula de segundo estágio principal e reserva.

11.2.8.2.5 Desequipar: o mergulhador que será avaliado abrirá as fivelas e afrouxará os tirantes do seu colete equilibrador. Após isso, deverá retirar o conjunto de cilindro-colete equilibrador por cima da cabeça e colocá-lo no fundo a sua frente, com o colete para cima.

11.2.8.2.6 Equipar: o mergulhador deverá trocar a válvula de segundo estágio, passando a respirar pelo conjunto de cilindro de ar-colete equilibrador reserva. Deverá posicionar o conjunto de cilindro de ar-colete equilibrador reserva com o colete para cima e com a abertura do cilindro voltada para o mergulhador. Deverá colocar o cilindro por sobre a cabeça e ajustar os tirantes e as fivelas. Deverá fechar a torneira de ar do conjunto substituído e ancorá-lo (se for o caso). Deverá fazer uma verificação final do equipamento e dar o pronto ao supervisor.

11.2.8.2.7 O Supervisor irá verificar a equipagem e apontar ao mergulhador as eventuais falhas. Após isso, a prova será realizada pelo outro mergulhador da dupla, com o equipamento que foi deixado ao fundo.

11.2.8.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O mergulhador deverá executar a troca do conjunto cilindro de ar-colete equilibrador em até 5 minutos. Caso o mergulhador não atinja os objetivos, deverá repetir a prova até alcançá-los.

11.2.9 PROVA Nº 4 - PROVA DE ORIENTAÇÃO SUBAQUÁTICA.

11.2.9.1 Objetivo

- Realizar uma orientação subaquática, em dupla, com auxílio de meio auxiliar

de orientação.

11.2.9.2 Condições de Execução

11.2.9.2.1 A dupla de mergulhadores deverá estar na água portando o meio auxiliar de orientação ancorado no equipamento. A bússola preferencialmente deverá ser a específica de mergulho.

11.2.9.2.2 O local para a execução da prova deve ser preferencialmente em açude, lago, represa ou em rio com velocidade da correnteza máxima de 0,5 m/s. Além disso, deve-se buscar um local com visibilidade mínima de 1 metro, quando numa profundidade ideal de 3 a 5 metros para a prova.

11.2.9.2.3 O supervisor deverá fornecer o ponto de partida, a distância e o ponto de chegada.

11.2.9.2.4 A dupla deverá marcar o azimute, submergir e iniciar o deslocamento orientado. É autorizada a emersão para correção do rumo do deslocamento.

11.2.9.2.5 O mergulhador da dupla que não está realizando a orientação deverá estar com uma boia ancorada por retinida ao seu equipamento para fins de localização da dupla quando em deslocamento submerso.

11.2.9.2.6 Ao final do deslocamento, a dupla trocará de funções e o novo mergulhador orientador deverá marcar o contra-azimute e retornar para o ponto de partida.

11.2.9.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O percurso para a orientação submersa deverá, preferencialmente, ser em lago sem correnteza e com visibilidade baixa. Quanto à extensão do percurso, deverão ser levadas em consideração as limitações da OMEM, buscando-se um percurso mínimo de 200 metros. Caso a dupla de mergulhadores não atinja os objetivos, o supervisor deverá alterar o ponto de chegada e a dupla deverá repetir a prova até alcançar os objetivos.

11.2.10 PROVA Nº 5 - PROVA DE BUSCA SUBAQUÁTICA.

11.2.10.1 Objetivo

- Realizar uma busca subaquática, em dupla, de um alvo submerso, utilizando um dos processos de varredura.

11.2.10.2 Condições de Execução

11.2.10.2.1 O local de execução da prova deverá ser em rio com correnteza fraca (menor que 0,5 m/s) ou em lago.

11.2.10.2.2 A dupla deverá receber, do supervisor de mergulho, as orientações com relação ao objeto, ao local provável do objeto, a correnteza, a natureza do fundo e outros aspectos julgados importantes.

11.2.10.2.3 Os mergulhadores escolheram os métodos de busca mais apropriados, entre eles: leque crescente, busca circular, técnica em linha e retilínea, entre outros.

11.2.10.2.4 Após isso, os mergulhadores deverão equipar-se, entrar na água, submergir e iniciar a busca.

11.2.10.2.5 Após a localização do objeto, deverão apanhá-lo ou marcar sua posição para posterior reflutuação.

11.2.10.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- A dupla de mergulhadores terá o tempo máximo de uma hora para o cumprimento da prova. Caso a dupla de mergulhadores não atinja os objetivos, o supervisor deve orientar a execução das técnicas de busca e a dupla deverá repetir a prova até alcançar os objetivos.

11.2.11 PROVA Nº 6 - PROVA DE REFLUTUAÇÃO DE MATERIAL.

11.2.11.1 Objetivo

- Realizar, em dupla, a reflutuação de material submerso.

11.2.11.2 Condições de Execução

11.2.11.2.1 O local de execução da prova deverá ser em rio com correnteza fraca (menor que 0,5 m/s) ou em lago.

11.2.11.2.2 A dupla deverá receber, do supervisor de mergulho, as orientações com relação ao material submerso, ao local do material, a correnteza, a natureza do fundo e outros aspectos julgados importantes.

11.2.11.2.3 O material submerso deverá ter o peso mínimo de 35 kg.

11.2.11.2.4 Se possível, deverá ser realizado um mergulho de reconhecimento antes de iniciar o planejamento para a reflutuação.

11.2.11.2.5 A dupla deverá executar o planejamento da reflutuação (cálculo de empuxo) e a preparação do material.

11.2.11.2.6 Após isso, os mergulhadores deverão equipar-se, entrar na água, submergir e iniciar a ancoragens no objeto submerso. Recomenda-se a utilização de *Lift Bags* para o cumprimento da prova.

11.2.11.2.7 Por segurança, os mergulhadores não deverão acompanhar a ascensão do objeto, devendo emergir dentro da velocidade máxima de 60 ppm.

11.2.11.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- A dupla deverá realizar corretamente o planejamento e a execução da reflutuação. Caso a dupla de mergulhadores não atinja os objetivos, ela deverá repetir a prova até alcançá-los.

11.2.12 PROVA Nº 7 - PROVA DE MERGULHO EM CORRENTEZA.

11.2.12.1 Objetivo

- Realizar, em dupla, um mergulho em correnteza.

11.2.12.2 Condições de Execução

11.2.12.2.1 O local de execução da prova deverá ser em rio com correnteza (menor que 0,5 m/s). A critério do supervisor, poderá ser utilizada linha de vida ligando o mergulhador com a superfície.

11.2.12.2.2 A execução da prova deverá contar com auxílio de embarcação de segurança, que apoiará o mergulho no posicionamento das poitas e dos próprios mergulhadores. As poitas devem estar sinalizadas com boias de sinalização.

11.2.12.2.3 Deve-se buscar para a execução do teste pontos de mergulho com corrente suave e sem obstáculos, evitando locais de remansos, refluxos e correntes helicoidais.

11.2.12.2.4 Deve-se ter especial atenção com a preparação dos equipamentos, atentando-se para a ancoragem de todo o material (principalmente manômetro e *octopus*), para a utilização de luvas e facas, para a utilização de um lastro suficiente e para a utilização de nadadeiras bem ajustadas ao pé.

11.2.12.2.5 Deve-se evitar a técnica de mergulho à deriva e utilizar a técnica de mergulho a partir de um ponto, com percurso de ida e volta definidos, utilizando poitas e cordas para balizamento.

11.2.12.2.6 Deve-se evitar deslocamentos contrários ao sentido da correnteza e manter uma respiração adequada de modo a evitar cãibras.

11.2.12.2.7 Deve-se buscar mergulhar o mais próximo possível do fundo, onde a corrente tem velocidade menor.

11.2.12.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- A dupla de mergulhadores deverá realizar um deslocamento submerso na correnteza de no mínimo 30 metros e no máximo 100 metros. Caso a dupla de mergulhadores não atinja os objetivos, ela deverá repetir a prova até alcançá-los.

11.2.13 PROVA Nº - 8 PROVA DE MERGULHO EM BAIXA VISIBILIDADE OU NOTURNO.

11.2.13.1 Objetivo

- Realizar, em dupla, um mergulho em baixa visibilidade ou noturno.

11.2.13.2 Condições de Execução

11.2.13.2.1 A prova deverá ser realizada em local com correnteza máxima de 0,5 m/s.

11.2.13.2.2 A dupla deverá realizar o mergulho em baixa visibilidade ou noturno atentando-se para, preferencialmente, fazê-lo em um local já reconhecido durante o dia.

11.2.13.2.3 A dupla deve realizar um minucioso *check* do equipamento antes do mergulho, atendo-se principalmente para as lanternas. Sugere-se pelo menos duas lanternas por mergulhador e que suas baterias sejam pilhas alcalinas e novas.

11.2.13.2.4 Deve-se iluminar o local de entrada para evitar a desorientação e acidentes quando da entrada na água.

11.2.13.2.5 No mergulho nessas condições, deve-se evitar a separação da dupla, sendo admitida a utilização de cabo de ligação para unir os mergulhadores.

11.2.13.2.6 A dupla deve treinar os sinais e gestos convencionados (iluminar a mão) e evitar apontar a lanterna para o rosto do dupla. Caso o local de mergulho tenha muitas partículas em suspensão é necessário o treinamento de comunicação tátil na dupla.

11.2.13.2.7 A dupla deverá realizar o seguinte exercício submerso: alagar e desalagar a máscara, perder e recuperar a válvula de segundo estágio e realizar o compartilhamento de ar entre os duplas.

11.2.13.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- A dupla de mergulhadores deverá realizar um mergulho em baixa visibilidade no tempo de 30 minutos. Caso a dupla de mergulhadores não atinja os objetivos, ela deverá repetir a prova até alcançá-los.

11.2.14 PROVA Nº 9 - PROVA DE MERGULHO EM PROFUNDIDADE.

11.2.14.1 Objetivo

- Realizar um mergulho em profundidade maior que 18 metros e menor que 39 metros.

11.2.14.2 Condições de Execução

11.2.14.2.1 A prova deverá ser realizada em local com correnteza máxima de 0,5 m/s.

11.2.14.2.2 A dupla deve realizar um minucioso *check* do equipamento antes do mergulho.

11.2.14.2.3 A equipe completa de mergulho (dupla de mergulhador executantes, mergulhador reserva e supervisor) e auxiliar de superfície é obrigatória para mergulhos em profundidades maiores que 18 metros.

11.2.14.2.4 A dupla deverá imergir até a profundidade máxima possível no local de mergulho, limitado ao máximo de 39 m, devendo permanecer 10 minutos no fundo. Deve-se atentar para os limites da Tabela de Limites e Designação

de Grupos de Repetição para Mergulhos a Ar sem Parada de Descompressão (TLSD).

11.2.14.2.5 A dupla deverá realizar o seguinte exercício submerso: alagar e desalagar a máscara, perder e recuperar a válvula de segundo estágio e realizar o compartilhamento de ar entre os duplas.

11.2.14.3 Padrão Mínimo e Recuperação

11.2.14.3.1 A dupla de mergulhadores deverá realizar um mergulho em profundidade no tempo de fundo máximo de 10 minutos, devendo demonstrar calma durante a execução da prova. Caso a dupla de mergulhadores não atinja os objetivos, ela deverá repetir a prova.

11.2.14.3.2 É importante ressaltar o intervalo de superfície (IS) mínimo necessário para se evitar a parada para descompressão no próximo mergulho de recuperação.

11.2.15 PROVA Nº 10 - PROVA DE MANUTENÇÃO DE MATERIAL DE MERGULHO EM 1º ESCALÃO E DE RECARGA DE CILINDRO DE AR.

11.2.15.1 Objetivos

11.2.15.1.1 Realizar a manutenção do material de mergulho após a atividade; e

11.2.15.1.2 Realizar a recarga dos cilindros de ar.

11.2.15.2 Condições de Execução

11.2.15.2.1 A prova é individual.

11.2.15.2.2 O mergulhador deverá desmontar o equipamento e fazer a sua manutenção.

11.2.15.2.3 Equipamento de Mergulho Livre: deve-se lavar com água doce e deixá-las secando à sombra.

11.2.15.2.4 Roupa e acessórios de neoprene: deverão ser lavados apenas com água doce corrente. A roupa poderá ser posta de molho na água, desde que esteja sem qualquer produto químico, por no máximo 24 horas, para eliminar o máximo possível de sal. A roupa de neoprene deverá secar à sombra. É importante colocar a roupa para secar em cabides, fazendo com que seque primeiro o lado interno e depois a parte externa. Após a secagem, o zíper deve ser lubrificado com *spray* de silicone. Jamais a roupa deverá ser dobrada para armazenamento, para que não se formem vincos ou rugas no neoprene. As roupas só poderão ser guardadas quando estiverem completamente secas.

11.2.15.2.5 Colete Equilibrador: após o mergulho, o colete deverá ser enchido aproximadamente com 20% de água doce, pela saída de ar da traqueia, acionando o botão de desinflar do *power* do colete equilibrador e injetando a água. Após a colocação da água, o mergulhador deverá inflá-lo com a boca e sacudir

o colete para que a água doce limpa se misture com a água salgada. Em seguida, deverá ser retirada a água direcionando-a para que saia pela válvula de exaustão do *power*. Por fim, todo o colete deverá ser enxaguado com água doce. Nunca deverá ser utilizado produto químico na lavagem do colete. Seus componentes de borracha deverão ser lubrificados com *spray* de silicone. O colete equilibrador deverá secar à sombra e ser armazenado em cabides específicos para material de mergulho. Serão armazenados semi-inflados.

11.2.15.2.6 Válvulas reguladoras e console: após o uso, a válvula reguladora de 1º estágio deverá ser vedada com a capuchama, também conhecida como “chapéu de bruxa”, a fim de evitar infiltração de água no 1º estágio. Deverá ser lavada com água doce e seca com o ar restante do cilindro. Para secar com o ar do cilindro, o mergulhador deverá encostar a válvula reguladora de 1º estágio à distância de, aproximadamente, 10 centímetros da saída de ar do cilindro e abri-lo suavemente, com o intuito de evitar que o ar saia com força em demasia e danifique o 1º estágio. Durante a lavagem do 2º estágio, não deverá ser pressionado o botão de purga para evitar a infiltração de água na válvula de demanda de ar. As válvulas reguladoras deverão secar à sombra antes de serem guardadas e deverão ser armazenadas em um local protegido de temperaturas elevadas.

11.2.15.2.7 *O’ ring* da válvula reguladora de 1º estágio: necessita de lubrificação após o mergulho. Esta lubrificação é feita com *spray* de silicone.

11.2.15.2.8 Lanternas de mergulho: deverão ser verificados os anéis de borracha de vedação da lanterna e eles devem ser lubrificados com *spray* de silicone. Deverão ser evitadas quedas do material. Após a utilização, deverá ser lavada com água doce e deverá secar à sombra. A lanterna deverá ser armazenada sem pilhas.

11.2.15.2.9 Cilindro de ar comprimido: deve ser lavado com água doce externamente, seco e guardado à sombra. A torneira do cilindro deverá ser manuseada suavemente, para evitar danos ao material. Os cilindros não devem ser guardados vazios, pois isto facilitaria a entrada de umidade no recipiente metálico. Se o cilindro for guardado por um período maior que 6 meses, deverá ser recarregado novamente, pois o ar pode ter um gosto metálico. Aconselha-se a escrever numa etiqueta afixada no corpo do cilindro a data da recarga.

11.2.15.2.10 Recarga de cilindro de ar: o mergulhador deverá recarregar os cilindros utilizados no mergulho com o compressor de ar adequado, antes de estocá-los. É importante lembrar que na recarga o cilindro deve estar dentro de água e que se deve acionar a válvula de escape de água do compressor para evitar a sua entrada no cilindro. Além disso, deve-se evitar locais com a presença de fumaças ou outros contaminantes e atentar para o manômetro do compressor para não ultrapassar a pressão nominal de carga do cilindro.

11.2.15.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O mergulhador deverá executar todos os procedimentos sob controle do supervisor. Caso o mergulhador deixe de realizar algum procedimento, deverá ser orientado e realizará o procedimento.

CAPÍTULO XII
SEGURANÇA NO MERGULHO

12.1 SEGURANÇA NO MERGULHO

12.1.1 Todos os mergulhos são potencialmente perigosos e o mergulhador deverá estar atento, todo o tempo, para minimizar os riscos.

12.1.2 De uma forma geral, isto poderá ser alcançado por um cuidadoso planejamento, preparação para o mergulho, fiel obediência aos procedimentos e correta utilização das comunicações.

12.1.3 Para fins de organização de segurança no mergulho, faz-se necessário estabelecer uma graduação que determine os distintos níveis de risco e as medidas de segurança a adotar. Em consequência, cada uma das atividades de mergulho deverá se enquadrar em um dos determinados níveis.

12.1.3.1 Nível 1: atividades de formação de mergulhadores.

12.1.3.2 Nível 2: atividades normais de instrução, adestramento ou avaliação, em tempo de paz, com participação de pessoal devidamente titulado no âmbito das Forças Armadas.

12.1.3.3 Nível 3: participação em operações em tempo de paz.

12.1.3.4 Nível 4: participação em operações em situações de crise ou de guerra.

12.1.4 Independente do nível de segurança, no qual se desenvolva a operação de mergulho, deve-se sempre buscar as melhores condições de segurança. Todas as normas deste documento serão de cumprimento obrigatório ao se atuar em nível de segurança 1 e 2. No nível 3, poderão ser desconsideradas as normas cujo cumprimento seja inviável. Em operações desenvolvidas no nível de segurança 4, serão adotadas as normas que a situação permitir.

12.1.5 Após o mergulho, todos os mergulhadores e a equipe de apoio devem passar a observar os militares que retornaram à superfície, como forma de identificar quaisquer acidentes de mergulho. Deve-se atentar também para os sintomas tardios das doenças descompressivas.

12.1.6 A equipe de saúde, juntamente com o supervisor do mergulho, são os responsáveis por decidir sobre a necessidade de evacuação ou de recompressão em câmara hiperbárica do mergulhador que sofreu um acidente de mergulho, o qual deverá permanecer deitado, aquecido e, se possível, respirando oxigênio.

12.1.7 PLANEJAMENTO

12.1.7.1 Todas as operações de mergulho deverão ser precedidas de um planejamento cuidadoso e detalhado, elaborado pelo mergulhador mais antigo, a

ser consubstanciado em documento que deverá ser do conhecimento de todos os integrantes da equipe de mergulho, em especial de seu supervisor. Também deverão tomar conhecimento deste documento as pessoas envolvidas, diretamente ou indiretamente, na operação de mergulho.

12.1.7.2 As Seguintes Etapas Servirão de Subsídios Para o Planejamento:

- definição dos objetivos;

- coleta e análise dos dados;

- estabelecimento das tarefas operacionais;

- seleção da técnica de mergulho;

- seleção dos equipamentos e suprimentos;

- seleção da equipe de mergulho;

- estabelecimento de procedimentos e precauções de segurança (boias ou bandeiras de sinalização de mergulhadores);

- estabelecimento de procedimentos de emergência;

- estabelecimento de evacuação médica;

- preparação final do mergulho; e

- realização da operação.

12.1.7.3 É obrigatória a realização de *briefing* para a equipe de mergulho e estações diretamente envolvidas.

12.1.8 PREPARAÇÃO PARA O MERGULHO

12.1.8.1 Antes de ir para a água, o mergulhador deverá assegurar-se de :

- estar fisicamente preparado para o mergulho. Uma dor muscular, cansaço, sono ou má alimentação poderá comprometer a execução da tarefa;

- estar seu equipamento individual em boas condições e funcionando perfeitamente;

- estar qualificado para o uso dos equipamentos a serem empregados no mergulho;

- ter conhecimento das condições do meio (profundidade, visibilidade, corrente e temperatura);

- ter pleno conhecimento do trabalho a ser realizado, dos perigos específicos e das normas de segurança;

- ter sido alertado quanto aos problemas e perigos que poderão surgir; e

- conhecer os procedimentos de segurança.

12.1.9 PROCEDIMENTOS DE MERGULHO

12.1.9.1 Cada membro da equipe de mergulho deverá conhecer e obedecer fielmente os procedimentos de mergulho.

12.1.9.2 Após um grande número de mergulhos, haverá uma tendência em relaxar estes procedimentos. Nestas ocasiões é que os acidentes costumam ocorrer. Por isso, é determinante uma total seriedade no cumprimento das normas de segurança, até o encerramento do último mergulho.

12.1.9.3 A programação de imersões em águas cuja cota seja superior ao nível do mar realizar-se-á de acordo com as tabelas de descompressão para mergulhos em altitude. Os critérios a seguir, durante as paradas de descompressão, são os mesmos que nas imersões simples ao nível do mar, respeitadas as tabelas.

12.1.10 COMUNICAÇÕES

12.1.10.1 Os mergulhadores manterão o Supervisor informado de suas ações durante todo o tempo em que estiverem na água.

12.1.10.2 Se eles possuírem qualquer dúvida sobre as condições em que estarão trabalhando, deverão informar ao Supervisor imediatamente.

12.1.10.3 Em uma emergência, como a perda do suprimento de ar, o mergulhador poderá ter dificuldade para falar ou ser ouvido. Se necessário, ele deverá gritar e sinalizar para obter auxílio. A vaidade e o orgulho deverão ser esquecidos nestas ocasiões.

12.1.10.4 Durante uma operação de mergulho, todos os membros da equipe deverão saber o que os mergulhadores estão fazendo e em que estágio da operação eles se encontram, além de terem pleno conhecimento sobre os sinais e gestos de mergulho.

12.1.10.5 Nas trocas de funções ou rendições de serviço, o elemento que está sendo rendido passará todas as informações para quem o está rendendo.

12.1.11 DESCOMPRESSÃO

12.1.11.1 Para a programação de imersões serão levadas em conta as tabelas de descompressão regulamentadas e adotadas pela Marinha do Brasil.

12.1.11.2 Para as atividades de mergulho nível 1 não são programadas imersões com equipamento de mergulho autônomo que requeiram paradas de descompressão, porém poderão ser feitas simulações de paradas descompressivas para que os alunos tenham o conhecimento do procedimento a ser adotado em caso de um mergulho com essa característica.

12.1.11.3 Para as atividades de mergulho nível 2 e 3, qualquer imersão pode ser realizada com paradas descompressivas se houver uma câmara de descom-

pressão disponível e nas condições que determinam as Normas de Segurança nas Operações de Mergulho.

12.1.11.4 As atividades de mergulho nível 4 não terão limitações algumas a respeito da descompressão, todavia buscar-se-á evitá-la.

12.2 CONDIÇÕES DE SEGURANÇA ESPECÍFICAS NO MERGULHO

12.2.1 SEGURANÇA NO MERGULHO COM CORRENTEZA

12.2.1.1 Os mergulhadores poderão encontrar fortes correntezas em rios ou fortes correntes de maré no mar. Nesta situação, um elevado esforço poderá ser necessário para se manter numa posição conveniente ao trabalho, acelerando a sua respiração e elevando rapidamente a taxa de gás carbônico no organismo.

12.2.1.2 Especial atenção deverá ser dada aos umbilicais que poderão ser arrastados pela corrente, enroscando-se em alguma obstrução, aumetando o risco ao mergulhador.

12.2.1.3 Somente nos casos extremos, os mergulhadores poderão ser puxados para superfície, sino ou estrado, pelo umbilical ou linha de vida.

12.2.1.4 Tipos de Correnteza

12.2.1.4.1 Rios ou correntes oceânicas principais.

12.2.1.4.2 Correntes de maré, causadas pelo fluxo e refluxo das marés.

12.2.1.4.3 Correntes de fundo, normalmente com sentido diverso das de superfície.

12.2.1.5 Os primeiros casos são razoavelmente previsíveis, permitindo algum planejamento. O último não está nas cartas e ocorrem a qualquer tempo.

12.2.1.6 Nestas condições, quando planeja-se um mergulho, a primeira consideração é o momento mais adequado. Deve-se procurar planejar para o período em que a corrente estiver mais fraca. Em seguida, vem o equipamento. Um mergulhador autônomo será muito mais afetado por correntes do que um outro mergulhador, utilizando equipamento dependente. Por último, a escolha do método de acesso ao local de trabalho. Se a corrente for mais forte na superfície, pode-se atingir o local de trabalho lançando-se o mergulhador à montante e fazendo com que mergulhe lentamente por um cabo de fundo. Seu recolhimento será efetuado pelo pessoal da superfície. Quando houver correntes muito fortes, poderá ser utilizado um sino aberto com cabos guia.

12.2.1.7 Quando houver uma correnteza forte no local de trabalho, o mergulhador necessitará de ajuda para movimentar-se, requerendo “cabos de fundo” os instalando onde for possível. O mergulhador deverá procurar posicionar-se a jusante do objeto de trabalho, recebendo, desta forma, alguma proteção contra

corrente, diminuindo o esforço. Ao se mergulhar em locais com forte correnteza, deve-se prestar especial atenção para a fadiga do mergulhador, procurando reduzir o esforço ao estritamente necessário à realização do trabalho.

12.2.2 SEGURANÇA NO MERGULHO COM ÁGUA AGITADA

12.2.2.1 Mergulhadores na superfície serão afetados pelas vagas. Neste caso, o problema será passar à superfície com segurança. Isto poderá ser feito de três maneiras.

12.2.2.1.1 Um estrado de mergulho poderá ser usado para levar e trazer os mergulhadores das águas mais profundas, normalmente mais calmas.

12.2.2.1.2 O sino aberto poderá ser empregado com o mesmo objetivo.

12.2.2.1.3 Utilizar uma área de acesso à água denominada *Moon-Pool*, que constitui em uma passagem no centro da embarcação, através da qual um sino com os mergulhadores poderá ser lançado.

12.2.2.2 Existirá também o risco dos mergulhadores serem lançados contra uma estrutura e ficarem sujeitos a uma considerável variação de pressão devido ao movimento entre a crista e o cavado da onda sobre suas cabeças. Isto poderá afetar a descompressão se eles estiverem realizando a parada dos 3 metros (10 pés) na água e, em casos extremos, causar manifestação de síndrome de hiperdistensão pulmonar (SHP).

12.2.3 SEGURANÇA NO MERGULHO EM CANAIS, DIQUES, PORTOS E REPRESAS

12.2.3.1 Há uma série de problemas que poderão ocorrer, em separado ou simultaneamente, ao efetuar-se este tipo de mergulho.

12.2.3.2 Em hipótese alguma os mergulhadores devem retirar a máscara ou bocal quando mergulhados sob cascos de navio ou instalações que apresentam bolsões de ar (gases). A concentração de gases tóxicos pode ser tal que provoque a inconsciência imediata dos mergulhadores com consequente afogamento e morte.

12.2.3.3 Segurança no Mergulho com Diferença de Pressão

12.2.3.3.1 Ocorrerá quando o nível de água de um lado de uma porta-batel ou represa for maior do que o outro.

12.2.3.3.2 Se houver um vazamento, a água passará do lado mais alto para o mais baixo, o que poderá sugar os mergulhadores contra a parede. Portas-batel quando abertas, poderão arrastar os mergulhadores causando ferimentos graves, quando não fatais. As seguintes regras deverão ser seguidas:

- sempre mergulhar no lado em que a água estiver mais baixa;

- esvaziar um lado, se necessário;

- certificar de que as portas-batel estejam fechadas e trancadas; e

- informar ao pessoal da manobra, supervisores de cais ou diques, quando for mergulhar e sair da água, imediatamente, se houver quaisquer movimentos das portas.

12.2.3.4 Segurança no Mergulho com Baixa Visibilidade

- Onde a visibilidade no fundo for bem reduzida, deve-se marcar o ponto de trabalho com um cabo guia, de forma a encontrá-lo facilmente. Deve-se utilizar cabos de ligação entre os mergulhadores para evitar afastamento da dupla e considerar a adoção de meios artificiais de iluminação (lanternas).

12.2.3.5 Segurança no Mergulho Atentando para Material no Fundo

- Dependendo das características do local do mergulho, muitos materiais que oferecem risco de enroscamento como: pedras, galhos ou mesmo materiais industrializados próximos a portos ou onde houver grande fluxo de navegação podem existir. Novamente a regra é ser cuidadoso. É preciso tentar retornar pelo mesmo caminho que entrou e se, de qualquer jeito, ocorrer o enrasque, deve-se usar movimentos lentos e suaves, na tentativa de se libertar. É preciso manter sempre a calma e pensar antes de executar qualquer movimento. Nestas áreas nunca se deve para entrar na água. Uma haste ou estaca, próxima da superfície, pode causar sérios ferimentos.

12.2.3.6 Segurança no Mergulho Junto a Navios

12.2.3.6.1 Existem três riscos principais ao se mergulhar junto a navios:

- o movimento do hélice poderá sugar o mergulhador, causando ferimentos fatais. Sempre deve ser feito contato com o comandante para o desligamento dos motores quando for mergulhar. Se possível, o leme deve estar em “desacoplado”, deixando um aviso ao lado do comando de que está ocorrendo mergulho;

- os planos de distribuição, ao longo do casco, deverão ser consultados. As aspirações por apresentarem risco de sucção, deverão estar desligadas, colocando-se avisos junto às respectivas máquinas; e

- alguns navios possuem sistemas de proteção catódica instalados. Em certas circunstâncias eles poderão eletrocutar os mergulhadores. Deverão, portanto, ser desligados.

12.2.3.6.2 Nos trabalhos de mergulho poderão existir uma série de riscos. É importante uma comunicação com quem é experiente no local do trabalho e conhece a região.

12.2.3.7 Segurança no Mergulho Junto a Oleodutos em Teste

12.2.3.7.1 Os mergulhadores não deverão se aproximar a menos de 100 metros de oleodutos submetidos a testes pneumáticos.

12.2.3.7.2 Durante testes hidrostáticos, os mergulhadores poderão trabalhar nas proximidades do oleoduto, mas não deverão executar nenhuma atividade nestes.

12.2.3.7.3 Recomenda-se que ao se detectar um oleoduto defeituoso, ou sob suspeita de apresentar alguma avaria, os mergulhadores não se aproximem a menos de 100 metros, até que a pressão tenha sido reduzida para 80% da maior pressão a que ele vem sendo submetido, desde que o defeito foi detectado.

12.2.3.7.4 Cuidados especiais deverão ser tomados quando a pressão do oleoduto for reduzida para uma pressão menor que a ambiente, já que a diferença de pressão poderá ser perigosa para os mergulhadores.

12.2.3.8 Segurança no Mergulho em Altitude

12.2.3.8.1 O pessoal de saúde qualificado para o controle do tratamento de acidentes de mergulho é, preferencialmente:

- Médico especialista em medicina hiperbárica;

- Médico especialista em acidentes de mergulho; e

- Enfermeiro especialista em acidentes de mergulho.

12.2.3.8.2 A câmara hiperbárica ficará ativada em todas as Operações de Mergulho.

12.2.3.8.3 O procedimento para evacuação de acidentados deverá estar previsto em um Plano de Evacuação, que será previamente confeccionado pelo supervisor de mergulho, com assessoramento, se for possível, de pessoal de saúde qualificado. A evacuação de acidentados por meio de helicópteros ou de avião deverá ter altitude sempre menor que 100 metros em relação a altitude do local de mergulho. Deve-se alertar previamente as unidades hospitalares próximas, em concordância com o plano de evacuação.

12.2.3.8.4 O pessoal da câmara hiperbárica deverá estar alertado previamente, em concordância com o plano de evacuação.

12.2.3.9 Segurança no Mergulho com Descompressão

12.2.3.9.1 A recompressão em câmara hiperbárica é o procedimento mais aconselhável para o TRATAMENTO DE ENFERMIDADES DESCOMPRESSIVAS.

12.2.3.9.2 Não se realizarão operações de mergulho com descompressão no nível 1.

12.2.3.9.3 Para as imersões de nível 2 e 3, deve-se planejar, através do Plano de Evacuação, o socorro de um possível acidentado para a câmara hiperbárica mais próxima, no menor prazo possível.

12.2.3.9.4 Para poder programar imersões de nível 2 e 3 que requeiram descompressão, é necessário contar com uma câmara hiperbárica ativada nas IMEDIA-

ÇÕES.

12.2.3.9.5 Em operações de mergulho de nível 4, deverão ser alertados os meios de tratamento de acidentes de mergulho existentes na zona de operações.

12.2.3.9.6 Em todas as imersões com ar serão aplicadas as tabelas regulamentadas pela Marinha do Brasil.

12.2.3.9.7 Se estiverem disponíveis aparatos de cálculo automático de descompressão (computadores de mergulho), serão de grande utilidade para o controle das imersões.

12.2.3.9.8 Quando se realizarem imersões que requeiram descompressão, disponibilizar-se-á um cabo guia com marcas que correspondam as paradas de descompressão.

12.2.3.9.9 Nas imersões com equipamento de mergulho autônomo que sejam necessárias paradas descompressivas, instalar-se-á um sistema de fornecimento de ar auxiliar nas profundidades que se tenha previsto realizar as paradas, lançando-se cabos guias separados para subida e de descida, se for o caso (SFC).

12.2.3.10 Segurança com Embarcações de Apoio

12.2.3.10.1 Em toda operação de mergulho dos níveis 1 e 2 estará disponível uma embarcação de apoio aos mergulhadores. Nos demais níveis, ela fica sujeita às condicionantes da missão.

12.2.3.10.2 A tripulação de qualquer embarcação a motor será composta, ao menos, de duas pessoas: um piloto e um auxiliar.

12.2.3.10.3 A tripulação da embarcação de apoio prestará, em todo momento, especial atenção à situação dos mergulhadores, visualizando as bolhas que são exaladas e a boia de sinalização.

12.2.3.10.4 Quando a propulsão da embarcação for a hélice, esta permanecerá parada enquanto os mergulhadores estiverem na água e, se possível, a hélice permanecerá fora d’água.

12.2.3.10.5 As embarcações de apoio serão equipadas com seu material de dotação regulamentar.

12.2.3.10.6 A tripulação da embarcação de apoio deverá estar informada do planejamento de mergulho e dos procedimentos a serem tomados em caso de acionamento do plano de evacuação.

12.2.3.10.7 A tripulação será composta de elementos habilitados pela Capitania dos Portos da Marinha do Brasil (MB), de acordo com a legislação vigente.

12.2.3.11 Segurança na Reflutuação de Materiais

- Deve-se ter especial atenção com o cálculo da força de flutuação para o iça-

mento de objetos submersos. Além disso, atentar para a correta utilização do material de flutuação, principalmente se improvisado, e que nunca se deve acompanhar ou permanecer abaixo da carga quando do içamento.

12.3 PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA NO MERGULHO AUTÔNOMO

12.3.1 PERDA DE FORNECIMENTO DE AR

12.3.1.1 Se o mergulhador perder o seu fornecimento de ar, ele deverá acionar a válvula de reserva e retornar imediatamente à superfície seguido pelo seu dupla.

12.3.1.2 Se o ar da ampola terminar após o acionamento da válvula de reserva, ele deverá compartilhar o ar trocando bocal com o dupla.

12.3.1.3 O mergulhador familiarizado com a troca de bocal irá superar com facilidade a tendência ao pânico nestas ocasiões. Existirá sempre o risco em que a troca de bocal entre os mergulhadores termine em luta pela válvula reguladora.

12.3.1.4 É vital que o mergulhador exale o ar respirado se tiver de realizar uma subida livre. A tentativa de reter o ar nos pulmões, durante a subida, irá causar uma SHP.

12.3.2 PERDA DA MÁSCARA FACIAL

12.3.2.1 Um mergulhador experiente não terá dificuldade em respirar sem a máscara.

12.3.2.2 Em águas frias, ele poderá ter a frequência respiratória aumentada, associada a um choque térmico e sofrer fortes dores de cabeça.

12.3.2.3 Se ele puder recuperar a máscara, poderá continuar o mergulho normalmente, mas se não puder fazê-lo ou sentir qualquer dificuldade, deverá retornar à superfície.

12.3.3 RESGATE DE UM MERGULHADOR INCONSCIENTE

12.3.3.1 Um mergulhador poderá perder a consciência na água por causa da impureza do ar respirado da ampola, falta de ar na ampola, crescimento da taxa de CO_2, ou afogamento.

12.3.3.2 Ele poderá também ser vítima de ferimentos tais como cortes ou fraturas de ossos.

12.3.3.3 As situações poderão variar enormemente e somente poderão ser corretamente contornadas com os procedimentos descritos a seguir:

12.3.3.3.1 Um mergulhador inconsciente estará incapaz de exalar quando for trazido para a superfície e se ele for puxado pela linha de vida, quando usando equipamento dependente, há um risco considerável de SHP;

12.3.3.3.2 A menos que haja um atraso imprevisto, o mergulhador reserva de-

verá ser capaz de alcançar o mergulhador acidentado em poucos segundos. Ele deverá segurá-lo pelas costas, tomando o cuidado para apertar o seu peito durante a subida, para que exale o ar respirado;

12.3.3.3.3 O resgate usando somente a linha de vida, sem a ajuda do mergulhador reserva, deverá ser a última medida a ser tomada;

12.3.3.3.4 Na superfície da água será muito difícil determinar se o mergulhador inconsciente está respirando ou não. A respiração boca a boca poderá ser iniciada na água (superfície) se o mergulhador estiver usando equipamento autônomo, desde que esta medida não provoque atraso no resgate;

12.3.3.3.5 A manobra de ressuscitação cardiorrespiratória (massagem cardíaca e respiração boca a boca) deverá ser iniciada imediatamente, quando o mergulhador estiver no convés.

12.3.3.3.6 A inconsciência é um sintoma de asfixia ou SHP. O mergulhador deverá ser transportado para a câmara de recompressão e se não apresentar sinais de recuperação durante esta fase, deverá ser comprimido a 50 metros (165 pés), de acordo com a tabela de tratamento apropriada.

12.3.3.3.7 A manobra de ressuscitação cardiorrespiratória deverá prosseguir durante o transporte do mergulhador, assim como na câmara. Caso não seja possível, pelo menos realizar a respiração boca a boca enquanto ele estiver sendo transportado e reiniciar a massagem cardíaca quando estiver deitado na câmara.

12.3.3.3.8 Se o mergulhador estiver consciente e respirando, um pequeno atraso é admitido para trazê-lo à superfície a fim de imobilizar um membro quebrado ou estancar um sangramento e removê-lo da água sem agravar o seu estado. Em todos os casos, um médico deverá ser chamado assim que possível.

12.3.4 MERGULHADOR PRESO NO FUNDO

12.3.4.1 Haverá sempre o risco de que a natural apreensão do mergulhador cause um aumento de sua frequência respiratória e o correspondente risco de crescimento da taxa de CO_2. Ele deverá concentrar-se no controle da sua respiração, avisar a superfície de sua situação e tentar se livrar sozinho. Deverá também evitar movimentos bruscos e excesso de esforço.

12.3.4.2 A menos que ele possa se soltar rapidamente, o Supervisor deverá providenciar e assegurar o fornecimento de ar para o mergulhador, para depois tentar soltá-lo.

12.3.4.3 Um mergulhador preso no fundo poderá ficar um tempo excessivo mergulhado, sendo necessário o uso de tabelas de exposições extremas para descompressão.

12.4 REGRAS GERAIS DE SEGURANÇA

12.4.1 Além de todos os cuidados específicos para prevenir os acidentes de mergulho, a grande diversidade de equipamentos e sistemas, as características físicas das instalações de mergulho, bem como os diferentes tipos de tarefas executadas pelos mergulhadores, requerem que a atenção e cuidado sejam sempre pontos importantes.

12.4.2 É preciso, portanto, que todos estejam cientes de que deverão ser conservadas normas mínimas de segurança para garantir a boa condução de uma tarefa, mesmo por aqueles que não estejam diretamente envolvidos na equipe.

12.4.3 As regras de segurança apresentadas a seguir, não abrangem todas as situações possíveis, contudo, representam uma síntese obrigatória a qual toda a equipe de mergulho deverá estar atenta.

12.4.3.1 Segurança é uma atitude. Todos deverão saber e constantemente pensar a respeito da segurança para proteger a si próprio e aos outros. Todos deverão estar todo tempo alertas e prestar atenção ao que fazem. Não há substituto para a vigilância.

12.4.3.2 Os procedimentos de segurança requerem a eliminação de brincadeiras, correrias e outras atividades não produtivas nas proximidades de máquinas, equipamentos, painéis e estações de mergulho. Tais procedimentos poderão ser extremamente perigosos e causar sérios acidentes.

12.4.3.3 Qualquer componente de uma equipe que veja um outro componente deixando de cumprir uma norma de segurança deverá alertá-lo, chamando sua atenção para os riscos e, caso necessário, adotar providências disciplinares cabíveis.

12.4.3.4 Quaisquer acidentes, ainda que menores e que não tenham causado ferimentos, deverão ser imediatamente comunicados ao Supervisor de Mergulho.

12.4.3.5 Infecções poderão ocorrer a partir de pequenos ferimentos na pele se não cuidados apropriadamente. Não se deve negligenciar!

12.4.3.6 É preciso ter todos os procedimentos para casos de incêndios bem conhecidos. É preciso estar bem familiarizado com as atribuições para essas ocorrências. Conhecer também todos os outros procedimentos de emergência e cada atribuição nesses casos.

12.4.3.7 Deve-se ter cuidado ao descer ou subir escadas, andaimes e plataformas.

12.4.3.8 Ao levantar objetos, deve-se ter cuidado para evitar problemas de coluna. Ao levantar objetos pesados é necessário flexionar as pernas e procurar manter as costas eretas próximo da vertical. Não tentar levantar objetos mais pesados que a própria capacidade. Se precisar de ajuda não hesitar em pedir.

12.4.3.9 Óculos, capacetes, máscaras e luvas deverão ser sempre utilizados em atividades que produzam ameaça aos olhos, mãos e rosto, tais como operar esmeril, manobras de cabos de aço, solda elétrica, etc. Não deixar de usá-los por falta de hábito ou orgulho.

12.4.3.10 É preciso ter cuidado com chão escorregadio. Caso haja óleo ou outra substância que torne o piso escorregadio, deve-se limpar imediatamente. Caso não seja possível limpar a área, é preciso comunicar imediatamente ao Supervisor de Mergulho.

12.4.3.11 Não deixar objetos em escadas, plataformas ou lugares altos dos quais possam cair e causar acidentes.

12.4.3.12 Não jogar lixo, cigarro ou qualquer outro objeto em locais que não sejam apropriados para esse fim. Apagar sempre o cigarro antes de jogá-lo fora.

12.4.3.13 Manter o seu local de trabalho limpo e arrumado. Evitar acúmulo de material desnecessário.

12.4.3.14 Não manter guardados ou estocados materiais de fácil combustão, como óleo, gasolina, solvente, etc. em locais quentes, expostos diretamente ao sol ou sujeitos a fagulhas.

12.4.3.15 Não operar nenhum equipamento, máquina, painel etc. sem autorização. Conhecer as normas de operação e segurança para cada um deles. Em caso de dúvida, perguntar.

12.4.3.16 Em todas as operações, seguir sempre os procedimentos adotados e do conhecimento dos demais. Em caso de dúvida, recorrer ao Supervisor de Mergulho. Apresentar a ele suas sugestões.

12.4.3.17 Qualquer equipamento encontrado avariado ou com mal funcionamento deverá ser reportado ao Supervisor de Mergulho. Esse cuidado também deverá ser observado com relação à segurança das operações.

12.4.3.18 Evitar atitudes ou ações que possam constituir perigo para si mesmo e para os outros.

12.4.3.19 Ter sempre sua atenção voltada para o trabalho que estiver executando.

12.4.3.20 Utilizar sempre a ferramenta própria para o trabalho que realizar.

12.4.3.21 Cuidado ao transportar ferramentas com pontas afiadas e cortantes. Ao passá-las para outros, fazer com cuidado para evitar acidentes. Não carregar material demais nas mãos. Usar caixas de ferramentas apropriadas. Evitar sujar o punho de ferragens com graxa ou óleo para evitar que elas escorreguem e causem acidentes.

12.4.3.22 É preciso ter cuidado ao operar sistemas hidráulicos ou pneumáticos

das câmaras para evitar esmagar os dedos ou mãos.

12.4.3.23 Manter as ferramentas afiadas quando for o caso. Não testar o fio da ferramenta com os dedos.

12.4.3.24 O uso de chaves de boca comuns são sempre preferíveis ao uso de chaves de boca ajustável. Essa última, tende a abrir, podendo escorregar causando danos ao material ou mesmo acidentes.

12.4.3.25 Quando usando facas ou outro objeto cortante, fazer o corte no sentido de afastamento do corpo. Estar certo de estar afastado suficientemente dos outros.

12.4.3.26 Ter cuidado com choque elétrico. Um choque com tensão de 115 V pode ser fatal. É importante saber também que a amperagem (intensidade da corrente) é fator mais importante que a própria voltagem.

12.4.3.27 Inspecionar, sempre antes de usar, cabos e extensões elétricos. Verificar o isolamento e, se necessário, substituir as partes avariadas.

12.4.3.28 Ter atenção e não negligenciar o aterramento de máquinas e equipamentos.

12.4.3.29 Ter cuidado com luvas, panos ou roupas que possam ser enroladas em motores em funcionamento. Cuidado com o uso de anéis e cordões.

12.4.3.30 Inspecionar sempre as proteções de correias e polias. Não tentar reparar ou ajustar sem estar perfeitamente certo e seguro de que a máquina não seja alimentada.

12.4.3.31 Após utilizar um equipamento, não se afastar, até que o motor esteja completamente parado. Isso irá prevenir acidente com outras pessoas.

12.4.3.32 Nunca tentar lubrificar, limpar ou ajustar equipamento ou máquinas em funcionamento.

12.4.3.33 Se um equipamento estiver com defeito, não tentar utilizá-lo até que o reparo apropriado seja realizado.

12.4.3.34 Ter sempre atenção à ventilação e/ou resfriamento de motores, compressores, etc. para evitar superaquecimento que poderá produzir gases oriundos da vaporização de óleos, lubrificantes, etc.

12.4.3.35 Verificar sempre se os locais onde estão instalados compressores estão bem ventilados. Garantir que o compressor não aspire gases da descarga de motores.

12.4.3.36 Não substituir o óleo usado nos compressores por outros tipos. A substituição de lubrificantes poderá atender ao equipamento, contudo, poderá trazer sérios problemas ao ar ou gás de mergulho.

12.4.3.37 Siga sempre as instruções do fabricante dos equipamentos. Antes de operá-los, ler os manuais verificando óleo, tensão e outros requisitos adequados à cada um deles antes do início da operação.

12.4.3.38 Ficar atento ao funcionamento dos equipamentos, ruídos estranhos, vazamentos de óleo etc. Estes indicam avaria e requerem ser imediatamente avaliados.

12.4.3.39 Atenção para efetuar o dreno dos gases comprimidos nos compressores.

12.4.3.40 Usar cinto de segurança sempre que for trabalhar em locais altos e sem proteção.

12.4.3.41 Manter sempre a saúde em boa forma. Praticar exercícios e ter uma vida saudável.

12.4.3.42 Estudos estatísticos indicam que a maioria dos acidentes de mergulho são resultados da falta de conhecimento, adestramento ou instruções a respeito da operação. Apenas uma pequena minoria de acidentes pode ser debitada a falhas mecânicas, portanto, é imperativo que todos estejam cientes e bem familiarizados com as instruções do mergulho, da instalação e dos procedimentos a serem adotados.

12.4.3.43 Nenhum mergulhador, com infecção ou inflamação das vias respiratórias ou com dificuldades para compensar ouvidos ou seios da face, deverá insistir no mergulho. Qualquer medicação anteriormente tomada deve ser comunicada ao Supervisor.

12.4.3.44 Todos os equipamentos de mergulho, tais como capacetes, máscaras, etc. deverão ter sua manutenção em dia. Todo reparo deverá ser realizado imediatamente após a avaria.

12.4.3.45 Todos os mergulhadores deverão estar com sua inspeção de saúde em dia e com prazo de validade que cubra o período da operação a ser iniciada.

12.4.3.46 Um mergulhador deverá estar atento para sintomas de acidentes de mergulho por cerca de 12 horas após um mergulho sem parada para descompressão e pelo menos 24 horas após um mergulho com paradas para descompressão.

12.4.3.47 Nenhum mergulhador deverá efetuar viagens aéreas por um período mínimo de 24 horas após um mergulho com descompressão.

12.4.3.48 É preciso estar sempre seguro de usar as ampolas de armazenamento corretamente. Não utilizar as mesmas ampolas para gases diferentes a cada vez que for realizar um armazenamento. Certificar de que sejam tomados os cuidados necessários à eliminação de gases residuais.

12.4.3.49 Ficar sempre atento a vazamentos de gás, ainda que aparentemente

pequenos. Comunicar a localização imediatamente ao Supervisor.

12.4.3.50 Verificar a pressão de trabalho das ampolas, tanques, etc. antes de pressurizar de modo a não exceder nunca essa pressão.

12.4.3.51 Nunca permitir que vasos sob pressão sejam submetidos a grandes variações de temperatura. Evitar, principalmente, o superaquecimento que acarretará o aumento da pressão interna, podendo exceder os limites do material.

12.4.3.52 É preciso estar sempre seguro de que as válvulas de segurança estejam sempre instaladas, reguladas e funcionando adequadamente.

12.4.3.53 Nunca negligenciar as regras de segurança, não superestimar a capacidade de lidar com os problemas e estar sempre “VIGILANTE”.

ANEXO A

MEMENTO

OPERAÇÃO DE MERGULHO

<u>RESERVATÓRIO DE AR</u>

Inscrições

Aqua-Lung 10 84 - CTC/DOT 3 Al - 3000 - S 80 - P-142213 USD.

<u>10 84:</u> último teste hidrostático.

<u>CTC/DOT:</u> Certificado pelo departamento de transportes.

<u>3 AL:</u> 3 = nível dureza do metal.
Al = material (metal).

<u>3000:</u> pressão nominal (carga máxima permitida pelo fabricante)

<u>S 80:</u> SISE 80 ft (pés)³/ volume (pressão nominal de trabalho)

<u>P-142213:</u> número de identificação individual.

Nota: 1 ft (pés)³/ = 28,3162 l
80 ft (pés)³/ = 2.265,3 l

Garrafa de Ar comprimido

Volume: 18 l

Capacidade: 3960 l / 140 ft (pés)³

Peso: 23.5 Kg / 52 Lb

Material: Alumínio

Pressão de uso: 220 bar / 3.150 PSI

DADOS PRÁTICOS / CONVERSÕES

- 1 m3 = 1000 l
- 1000 mb = 1 bar
- 1 ft 3 = 28,32 l
- 1 Ton = 2240 Lb
- 1 ATM = 14,7 PSI
- Densidade água Salgada – 1,03 Ton/M3 ou 64,38 Lb Ft3
- Consumo de ar por MG: 35 l/min=1,25 ft3/min
- Volume de Ar dos Pulmões - 6 (seis) litros
- Volume residual de Ar dos Pulmões - 1,5 litros

SEQUÊNCIA DA OPERAÇÃO DE BUSCA

1) Estabelecimento do Datum,
2) Estabelecimento da extensão da área de busca
3) Seleção do método de busca
4) Busca propriamente dita

COMPOSIÇÃO DOS MEIOS DE EQUIPE DE BUSCA

A equipe será estruturada com um efetivo mínimo de:

-1 Bote com a equipe de busca
-1 Piloto Bote com Auxiliar
-2 Mergulhadores para Busca
-2 Mergulhadores de segurança (Sardinha)
-2 Mergulhadores p/ reflutuação
-1 Supervisor
-1 Bote com equipe de médica

RECEBIMENTO DA MISSÃO

- Dados a esclarecer: Alvo, local, incidente, tempo e meios
- Alvo: Formato, cor, tipo e particularidades

PLANEJAMENTO DA MISSÃO

- Local:
- Posição: balizada? referências?
- Datum
- Visibilidade
- Tipo de fundo
- Existência de correntada
- Direção geral da correntada (tábua das marés)
- Incidente:
  * Como aconteceu o fato?
  * Quem estava envolvido?
  * Que horas aconteceu o fato?
- Quais os meios que tenho para cumprir a missão?

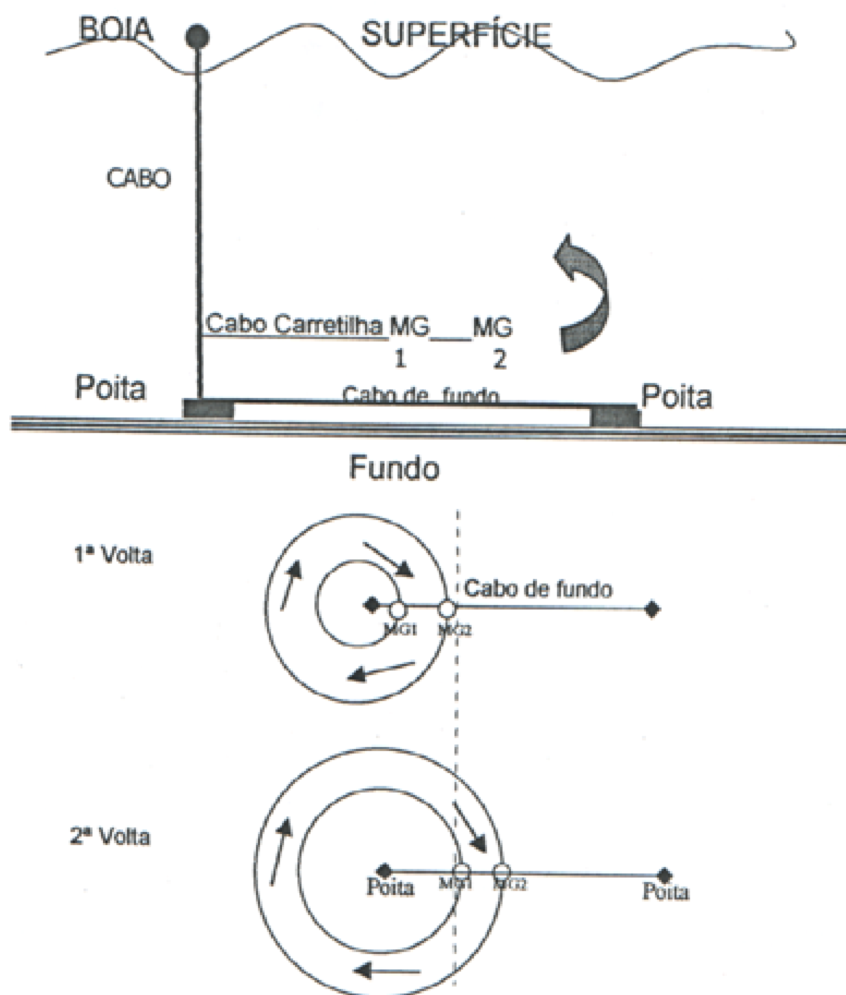
BUSCA

Fatores Condicionantes

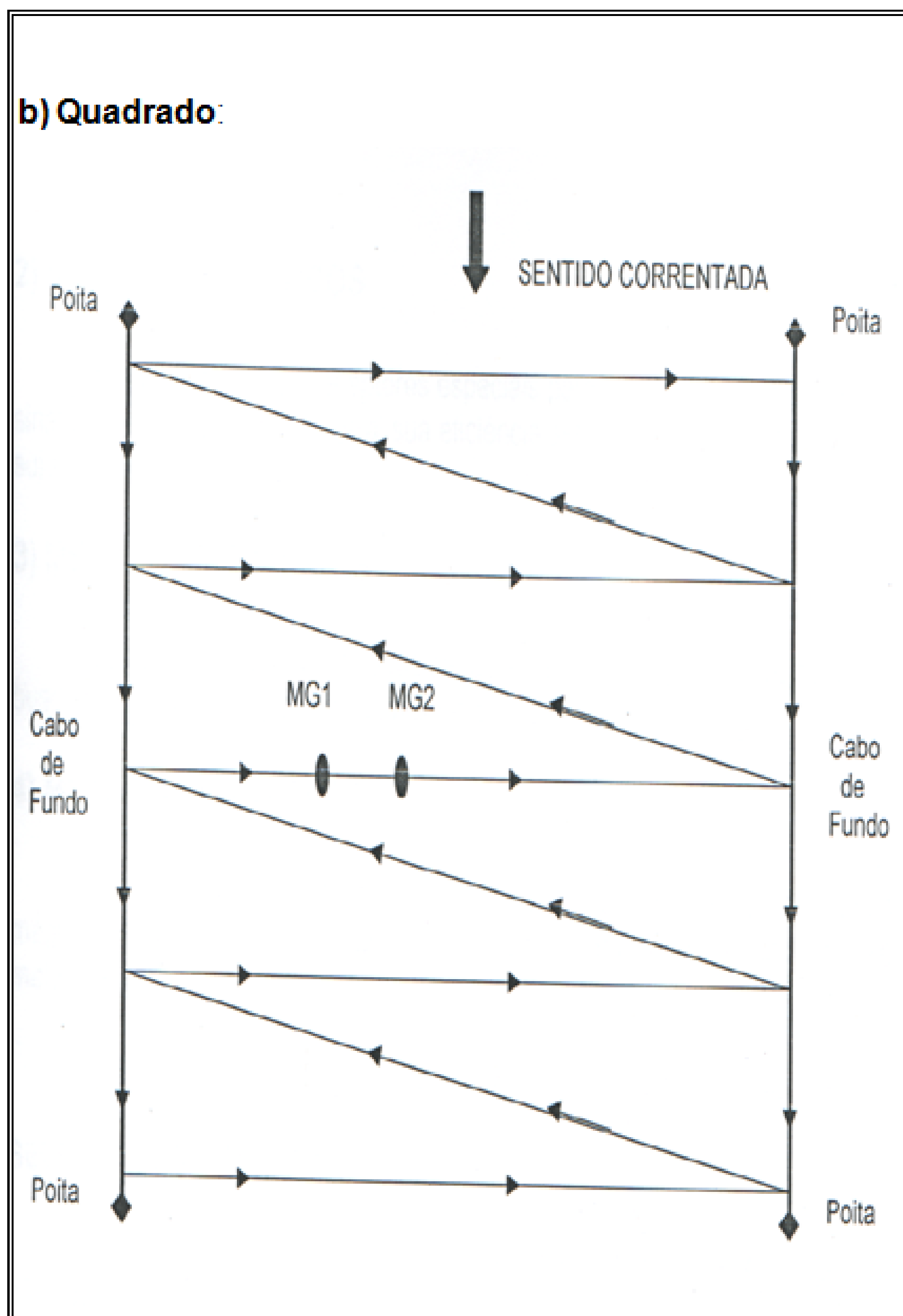
Dimensão do Alvo
Mobilidade do Alvo
Correntada
Visibilidade na água
Extensão da área de busca
Profundidade do local
Natureza do fundo
Demarcação de Alvos

MÉTODOS DE BUSCA

a) Busca Circular com Linha de Distância



b) Quadrado:


SENTIDO CORRENTADA
Poita
Poita
MG1
MG2
Cabo de Fundo
Cabo de Fundo
Poita
Poita

BRIEFING COM OS MERGULHADORES

1. Situação Geral

2. Missão

3. Organização das equipes (MG, Supervisor, Eqp saúde, pilotos, motoristas)

4. Briefing detalhado da missão

a. Informações sobre o ambiente operacional

1) Condições do mar

2) Natureza do fundo

3) Visibilidade

4) Correntadas

5) Temperatura da água

6) Predadores

7) Lua

b. Detalhamento da Missão

1) Deslocamentos

a) Carregamento e embarque

b) Ordem de movimento

c) Itinerário

d) medidas de coordenação e controle

2) Cumprimento da missão

a) Detalhar quem vai fazer o que, como e para que

b) medidas de coordenação e controle

- Informações sobre a tabela

* Qual a profundidade máxima que poderá ser alcançada

* Qual o máximo tempo de fundo que deverá permanecer o mergulhador

* Procedimentos especiais (atraso na subida, subida mais rápido que o previsto)

- Missões específicas
  * H tempo
  * H Profundímetro

c. Material específico a ser conduzido (*Lift Bag*, boias de sinalização)

d. Acidentes do mergulho

1) Barotraumas

a. Ouvido (Interno, Médio e Externo)

Sintomas: - diminuição de audição
- dor
- sangramento local

Tratamento: - suspensão das atividades de mergulho

Profilaxia: - uso de antibióticos
- realizar a manobra de valsalva

b. Sinusal

Sintomas: - sangramento nasal
- dor na região da testa

Tratamento: - suspensão das atividades de mergulho
- compressas de gelo
- uso de descongestionantes sistêmicos

Profilaxia: - não mergulhar com sinusite ou resfriado

c. Dental

d. Facial

e. Cutâneo

2) Síndrome de Hiperdistensão Pulmonar
Sintomas: - dor na região abdominal ou torácica.

Em até 10 minutos após o mergulho:
- paralisias
- alterações de sensibilidade
- confusão mental
- coma
- cegueira
- crises convulsivas

Piores casos:
- parada Cardiorrespiratória

Tratamento: - Câmara Hiperbárica
- Tratamento emergencial de parada cardiorrespiratória

Diagnóstico: - através Raio X
Profilaxia: - exalar o ar dos pulmões durante a subida nos mergulhos.

3) Doença Descompressiva
Sintomas: - dor osteoarticular.
DD tipo I - cansaço anormal
- coceira
- íguas

Sintomas: - náuseas, vômitos.
DD tipo II - distúrbios visuais
- crises convulsivas
- paralisia dos membros
- dificuldade em andar
- dores no peito
- queda de pressão arterial, suor frio, palidez, sede

Tratamento: - Câmara Hiperbárica
Profilaxia: - seguir corretamente as tabelas de mergulho
- manter a forma física
- mergulhar com Neoprene
- não realizar esforço durante a descompressão

4) Narcose pelo N_2

Sintomas: - euforias
- dormência periférica
- perda dos reflexos
- alucinações
- inconsciência
- coma

Tratamento: - diminuir a profundidade
Profilaxia: - conhecer os sintomas do próprio organismo quando narcosado

e. Situações de emergência
- Acabar o ar
- Subida de emergência (MG inconsciente)
- Homem preso
- Estourar tempo de fundo ou profundidade máxima

f. Hospitais (Plano de Evacuação)

- Hospitais mais próximos (endereço e telefone)
- Câmara Hiperbárica principal e secundária (endereço e telefone)

OBS: Checar o material mínimo de primeiros socorros (O_2, prancha, Eqp ressuscitador) com a eqp de saúde, além da ambulância)

5. Logística

a. Ração e água

b. Uniforme, equipamento e material individual

c. Medidas de higiene

6. Comando e Comunicações

a. PC do escalão superior (localização)

b. Comunicação

1) Rede Rádio

2) Frequência

3) Indicativo rádio

4) Autenticação

5) Documentação de Com (quem leva e onde leva)

6) Senhas e contrassenhas

c. Sinais e gestos



d. Acertos do relógio

REFERÊNCIA:

MINISTÉRIO DA DEFESA. MARINHA DO BRASIL - **Manual de Mergulho a AR - CIAMA-201/2007,** do Centro de Instrução e Adestramento Átila Monteiro Aché, da Marinha do Brasil.

EB70 CI-11.418

COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES
Brasília, DF, 10 de outubro de 2018
www.intranet.coter.eb.mil.br

